 Industry Canada	Medical Imaging Technology	Strategis			
Help	What's New	Site Map	Feedback	About Us	Français
GO TO ⇒ Main Menu			Search Strategis		
⇒ Business Information by Sector					
⇒ Health Industries					

Author - Industry Canada - Life Sciences Branch - Health Industries

Publication Date - 1999-08-03

WG 1 - Final Working Group Report

FUTURE NEEDS FOR MEDICAL IMAGING IN HEALTH CARE

Copyright Information

PREFACE

EXECUTIVE SUMMARY

- ▶ Introduction
- ▶ The Impact of Demographic Changes
- ▶ The Impact of Changes in Medicine on Medical Imaging
- ▶ The Impact of Changes in Technology on Medical Imaging
- ▶ Conclusion

Part 1: INTRODUCTION

- ▶ Scope of the WG1
- ▶ Membership of WG1
- ▶ Background: The Radiological Sciences (Diagnostic Imaging)
- ▶ Outline

Part 2: THE IMPACT OF DEMOGRAPHIC CHANGES ON MEDICAL IMAGING

- ▶ World Population Demographics
- ▶ Trends in World Population Demographics
- ▶ Leading Causes of Death
- ▶ The Impact on Procedures Used in Screening For, or Treating, Common Causes of Death and Disease
- ▶ Technological and Medical Changes as They Impact Screening For, or Treating, the Leading Causes of Death and Disease

Part 3: THE IMPACT OF CHANGES IN MEDICINE ON MEDICAL IMAGING

- ▶ Health Care Reform
- ▶ Human Resources
- ▶ Medicine and Molecular Biology
- ▶ The Evidence-Based Medicine Movement

Part 4: THE IMPACT OF CHANGES IN TECHNOLOGY ON MEDICAL IMAGING

- ▶ The *Status Quo*
- ▶ Changes in Technology
 - Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy
 - Ultrasound
 - CT
 - Radiography: Plain X-Ray Imaging
 - Computed Radiography/Digital Radiography
 - Information Display, Analysis, Transmission and Storage
 - Computer-aided Diagnosis
 - Nuclear Medicine
 - Optical Methods and Photonics
 - Image-Guided Minimally Invasive Diagnosis, Intervention, and Therapy
 - New Signals
 - Multi-Modality Systems

Part 5: CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

References

Appendices

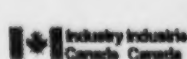
- ▶ [A: Medical Imaging Technology Roadmap Steering Committee](#)
 - ▶ [B: Working Group 1 Membership List](#)
 - ▶ [C: Leading Causes of Death in the U.S. \(1997\)](#)
 - ▶ [D: Leading Causes of Death in the U.S., by Age Group](#)
 - ▶ [E: Investments Required in High-Tech Diagnostic Equipment](#)
 - ▶ [F: Capital Equipment at Eight Canadian Institutions, Fiscal 1997-98](#)
-

[WG 1 - Members' Area Home Page](#)

[Help](#) [What's New](#) [Sitemap](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#) [Top of Page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>



Medical Imaging Technology

Strategis

[Help](#)[What's New](#)[Site Map](#)[Feedback](#)[About Us](#)[Français](#)GO TO [⇒ Main Menu](#)[⇒ Business Information by Sector](#)[⇒ Health Industries](#)[Search](#) **Strategis**

Author - Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Publication Date - 2000-05-17

WG 1 - Final Working Group Report

Preface

This report of the "Future Needs for Medical Imaging in Health Care" Working Group is the first of five that, once completed, will comprise the Medical Imaging Technology Roadmap. This Roadmap is intended to provide a market-driven forecast of technologies needed to improve patient care and enhance the global competitiveness of the Canadian medical imaging sector. The Roadmap should strengthen technology development, diffusion and adaptation and help to guide public and private sector decision making with respect to product development, investment, human resources and other policy areas.

Overall direction and guidance for this project is provided by the 14-person Medical Imaging Technology Roadmap Steering Committee (see [Appendix A](#) for the membership list). Steering Committee members represent companies, researchers, clinicians and government organizations involved with the Canadian medical imaging sector. Industry Canada serves as a catalyst and facilitator of the roadmapping process. A total of 75 people representing more than 50 organizations are participating in the project, creating opportunities for potential alliances and information sharing.

The major accomplishments to date, in addition to this report, are as follows:

- Publication of "Medical Imaging: Discussion Paper";
- Articulation of the vision, purpose and goal of the project;
- Development of a "members only" web site to facilitate communications;
- Establishment and tasking of five working groups:
 - WG1 - Future Needs for Imaging in Health Care
 - WG2 - Image Generation and Capture
 - WG3 - Transmission and Connectivity
 - WG4 - Image Analysis and Visualization and
 - WG5 - Emerging Technologies; and
- Identification by the Working Groups of issues to be addressed and critical technologies to be examined in the Roadmap.

The projected date for completion of the Medical Imaging Technology Roadmap is Fall 2000.

[Back to MAIN PAGE](#)

[Help](#)

[What's New](#)

[Sitemap](#)

[Feedback](#)

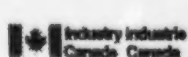
[About Us](#)

[Français](#)

[Top of Page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>

[Help](#) [What's New](#) [Site Map](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#)GO TO [⇒ Main Menu](#)[⇒ Business Information by Sector](#)[⇒ Health Industries](#)[Search](#) [Strategis](#)

Author - Industry Canada - Life Sciences Branch - Health Industries

Publication Date - 2000-06-01

WG 1 - Final Working Group Report

EXECUTIVE SUMMARY

[▶ Introduction](#)[▶ The Impact of Demographic Changes](#)[▶ The Impact of Changes in Medicine on Medical Imaging](#)[▶ The Impact of Changes in Technology on Medical Imaging](#)[▶ Conclusion](#)

Introduction

This report of the "Future Needs for Medical Imaging in Health Care" Working Group focusses on the overarching factors that will impact on imaging practice and research in the next five to ten years. Implicit in this examination is an analysis of the present constraints on diagnostic imaging as well as a description of the opportunities presented from an industrial perspective. While this analysis has a Canadian orientation, it equally recognizes that radiology and related sciences (imaging) have become global in both their clinical and industrial contexts

Background: The Radiological Sciences. Röntgen discovered x-rays a little over 100 years ago. In the ensuing time, radiology has grown to encompass the use of many types of electromagnetic radiation energies (ultrasound, gamma radiation, magnetic fields and radiofrequency radiation, etc.) in making increasingly powerful diagnostic images of the body and its diseases in life. The diversity of energies and specialties (radiology, nuclear medicine, medical physics, nuclear pharmacy, information science, etc.) has led to hospital and university departments being variously called "diagnostic imaging" or "radiology" or "radiological science."

The Impact of Demographic Changes on Medical Imaging

The elderly are major consumers of health care and imaging services. Since 80% of illness occurs in the last 20% of life, the impact of projected demographic changes will create huge demands on care and resources, including imaging services. The 9.8 million Canadian "baby-boomers" who began to reach their 50s in 1997 will exacerbate this situation.

The Impact of Changes in Medicine on Medical Imaging

Health care reform had been overdue but too often its unfolding in the last decade has been at the expense of investment in infrastructure and has failed to achieve real reform of obsolescent methods of accounting and analysis. Less than 3% of health care costs in the U.S. are due to radiology. However, faced with fiscal exigency, governments at all levels have looked to achieve savings by reducing capital spending on plant, information systems and technology. This has been short-sighted. Industry in general had long ago come to understand that these were key strategic investments if a business was to maintain competitiveness. Unfortunately, that lesson has often not been incorporated into health care policy development.

Cutbacks in training positions of five years ago are now coming to be seen as shortsighted as **human resource shortages** are compounded by the decaying technological infrastructure that makes recruitment and retention difficult.

Medicine itself is evolving rapidly into an era of **molecular medicine** and genomics, as disease mechanisms come to be understood in terms of fundamental molecular and genetic disorders, rather than those dealing with cells or organs and end results. In the next decades, the application of these technologies to medical practice will make great demands on functional imaging techniques in particular.

The **evidence-based medicine movement** promises to bring some rationality to the use of imaging in medical practice, but, unless used wisely, it could threaten the development and spread of new technologies.

The Impact of Changes in Technology on Medical Imaging

Imaging, or radiological science, has come to include not only diagnostic methods but treatments using image-guided methods. Increasingly, it depends not only upon the primary diagnostic technologies, but also on information science, networking, image-archiving and image-distribution, contrast agent development, instrumentation, and treatment using physical energies as diverse as high-frequency ultrasound, radiofrequency radiation, etc. Not only are these diverse technologies an opportunity for Canadian industry but their application represents a strategic direction by which, in part, superb health care can continue to be delivered to Canadians using the greatly diminished resources likely to be available in the foreseeable future.

Meanwhile new and more interventionist approaches to diseases such as stroke will themselves further increase that demand. In parallel, technological innovation creates its own imperative allowing for the use of diagnostic and interventional techniques (not hitherto available) to screen for and treat disease.

Conclusions and Recommendations

Medical imaging technology has enormous potential to contribute to the improvement of health care in this new century and will, no doubt, have the power to contribute to solving some of the financial pressures which also beset health care. And yet, there are serious deficiencies in imaging and other technology penetration into the health care system which must be addressed.

To address these deficiencies, the Working Group on "Future Needs for Medical Imaging in Health Care" makes the following recommendations:

- 1. Canadian industry must become aware of the opportunities in the analysis, transmission and storage of medical images. These opportunities increasingly depend upon technologies (e.g., image compression, broadband communications technology, etc.) other than those primarily involved with image generation.**
- 2. Society and health-care policy makers must recognize the need to plan for an increased capacity for imaging in the future. There is an urgent need to repair the results of years of under funding of capital investment and infrastructures in Canadian hospitals and clinics and to address the human resource shortage in radiology. Strategies to retain and repatriate Canadian radiologists need to be developed.**
- 3. The health-care system needs to develop budgetary tools and financial systems which permit and facilitate cost-effective technological innovation. Health-care funding, including capital cost amortization, needs to be stable and predictable, and independent of political uncertainties.**

[Back to MAIN PAGE](#)

[Help](#) [What's New](#) [Sitemap](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#) [Top of Page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>



Medical Imaging Technology

Strategis

[Help](#)[What's New](#)[Site Map](#)[Feedback](#)[About Us](#)[Français](#)GO TO [⇒ Main Menu](#)[⇒ Business Information by Sector](#)[⇒ Health Industries](#)[Search](#) **Strategis**

Author - Industry Canada - Life Sciences Branch - Health Industries

Publication Date - 1999-08-03

WG 1 - Final Working Group Report

Part 1: INTRODUCTION

[▶ Scope](#)[▶ Membership of WG1](#)[▶ Background: The Radiological Sciences](#)[▶ Outline](#)

Scope

The scope of the "Future Needs for Medical Imaging in Health Care" Working Group was to focus, within a global context, on future directions in health care and its delivery, as well as on clinical demands, market needs and trends, changes in disease prevalence and demographics. The purpose was:

- to examine the *status quo*;
- to identify any deficit in enabling technologies;
- to provide a context for industrial developments;
- to enhance the quality of patient care; and
- to facilitate planning by public and private policy makers.

A five-year time horizon, with a longer perspective up to ten years, was used although it was recognized that any view of the future beyond a five year horizon, in a dynamic field, must be very speculative. Current technology and its dissemination and penetration was reviewed as a springboard for examining future needs and the impact of technology on quality of care. Finally, the Working Group addressed system needs in information and communications technology as they relate to clinical needs.

Membership

The "Future Needs for Medical Imaging in Health Care" Working Group comprised representatives of the corporate sector, medical physics, technologists and clinicians. A complete membership list is found in Appendix A.

Background: The Radiological Sciences (Diagnostic Imaging)

An ability to image the human body, both to diagnose disease and guide biopsy and surgery, has become central to the practice of medicine during the 105 years since Röntgen's discovery of x-rays^{1, 2}. In the ensuing time, radiology has grown to encompass the use of many forms of electromagnetic radiation (ultrasound, gamma radiation, magnetic fields and radiofrequency radiation, etc.) in making increasingly powerful diagnostic images of the body and its diseases in life¹. The diversity of energies and specialties (radiology, nuclear medicine, medical physics, nuclear pharmacy, information science, etc.) has led to hospital and university departments being variously called "diagnostic imaging" or "radiology" or "radiological science." No name yet devised is entirely satisfactory in the face of the dramatic changes which have occurred, particularly in the most recent three or four decades.

The power of modern computers to allow the rapid display of sectional images of the body using technologies such as ultrasonography (US), computed tomography (CT), single-photon emission tomography (SPECT), positron emission tomography (PET) or magnetic resonance imaging (MRI) has been central to the growth of the new technologies. However, an equally great change has been that involving the move of "imaging" from the laboratory to the bedside. Forty years or so ago what was then "radiology" provided a limited range of diagnostic information to a referring physician anxious to resolve diagnostic uncertainty between the diseases potentially able to account for a patient's symptoms. At the beginning of the twenty-first century, "imaging" is used not only to identify the lesion, and to do so more powerfully, but to guide the needle used in its biopsy; not only to locate an abscess but to guide its drainage; not only to identify a blocked blood vessel but to guide its dilatation, etc.

It is evident that imaging services can replace some expensive surgical procedures (biopsies, drainages, exploratory operations) and have done much to facilitate the dramatic falls in patient lengths-of-hospital-stay necessary as hospital care adjusts to the financial realities of this new century. In that sense, diagnostic imaging is a strategic tool vital to the health and sickness care of the future. The newer technologies (CT, MRI, PET, etc.) produce images that are intrinsically digital and radiology as a whole is moving away from film-based image storage. The result will be a specialty linked to the information age for image storage and transfer³. The opportunities this fact creates are boundless.

Outline

This chapter is divided into five parts:

1. Introduction
2. The impact of demographic changes
3. The impact of changes in medicine
4. The impact of changes in technology
5. Conclusions and recommendations

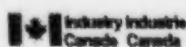
The chapter also contains a list of references and a number of appendices.

Back to MAIN PAGE

[Help](#) [What's New](#) [Sitemap](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#) [Top of Page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>

[Help](#)[What's New](#)[Site Map](#)[Feedback](#)[About Us](#)[Français](#)[GO TO](#) [⇒ Main Menu](#)[⇒ Business Information by Sector](#)[⇒ Health Industries](#)[Search](#) [Strategis](#)

Author - Industry Canada - Life Sciences Branch - Health Industries

Publication Date - 1999-08-03

WG 1 - Final Working Group Report

Part 2: THE IMPACT OF DEMOGRAPHIC CHANGES ON MEDICAL IMAGING

[▶ World Population Demographics](#)[▶ Trends in World Population Demographics](#)[▶ Leading Causes of Death](#)[▶ The Impact on Procedures Used in Screening For, or Treating,
Common Causes of Death and Disease](#)[▶ Technological and Medical Changes as They Impact Screening For, or
Treating, the Leading Causes of Death and Disease](#)

World Population Demographics

A characteristic of populations in developed societies in 2000 is the relatively high proportion of elderly people. This proportion is also enlarging due to increases in life expectancy. In considering the role that medical imaging will play in the future of health care, it is useful to reflect on current demands for service in relation to population demographics, and then to project these into the future based on forecasted global and national population trends. According to United Nations' data concerning the 1999 global population, Japan, Western Europe and the United Kingdom presently have 20-24% of their populations over the age of 60. In North America, China, Russia, and Australia, the percentage of people over age 60 ranges from 10-19%, while in the under-developed countries, it is estimated to be from 0-9% ⁴. Many diseases are more prevalent in the elderly ⁵. Thus more medical imaging procedures per capita are performed on adults than on children; and on older than on younger adults. It follows that as the proportion of elderly people increases, the demand for imaging procedures will also increase.

Trends in World Population Demographics

United Nations' data indicate that by the year 2050 Canada, Eastern and Western Europe, Russia, and China will have greater than 30% of their population over 60 years of age. The U.S. and Australia will have 25-29% of their population in this category, while South America, India, and the Middle East will have 20-24%. Most of Africa will have between 0-19% of their population over 60 years of age ⁴.

It appears that, by and large, people in the Northern Hemisphere will have longer life spans as a result of advances in medical technology and disease control. The under-developed nations will continue to have historical patterns of disease prevalence, exhibiting the classic "pyramid-shaped" population profile, while the developed nations will exhibit "columnar" or "light-bulb" shaped age profiles as "baby boomers" grow older. Canada has 9.8 million "baby boomers", the first of whom began turning 50 years of age in 1997. This, added to the major trend towards an aging population, will place seriously increasing demands on Canada's health care system ⁶, not the least of which will be in diagnostic imaging.

Leading Causes of Death

Data are available on the leading causes of death by age group. Space does not permit an exhaustive review of such data here but some trends can be highlighted (see Appendices C and D for additional information). In 1997, accidents were the leading cause of death in the United States in the 1-4, 5-14, 15-24, and 25-44 year-old categories. Cancer was the leading cause of death in the 45-64 year-old group, a position held by heart disease in the 65+ age group. Diseases of the heart and certain malignant neoplasms constituted the five leading causes of death in the population as a whole after one year of age. The 15 leading causes of death in 1997 accounted for 84.6% of all deaths in the U.S ⁷.

Information on the leading causes of death can assist practitioners and manufacturers in making strategic decisions about directions in which to concentrate their efforts. Manufacturers will likely concentrate on designing equipment and accessories to enable practitioners to diagnose disease and evaluate its progress. Practitioners will selectively choose equipment and accessories that will best suit the demographics of their local practice as well as their specialty.

The Impact on Procedures Used in Screening For, or Treating, Common Causes of Death and Disease

Due to population aging, over the next 4 to 10 years there will be a marked increase in the number of individuals over 65 years of age, as described above. Accordingly, there will be an increase in the number of patients presenting with the three leading causes of death: cardiovascular disease, cerebrovascular diseases and malignant neoplasms. These patients will require imaging for screening, diagnosis, staging and treatment. What follows is a more detailed description of the imaging procedures often used in cardiovascular and cerebrovascular diseases, and the most common cancers.

Cardiovascular diseases: The most important need is the detection of coronary artery atherosclerotic disease revealed as coronary calcifications and coronary artery stenosis, with emphasis on non-invasive procedures such as CT and MRI. Equally important is the study of the impact of coronary occlusive disease on heart perfusion and function as measured by heart

contractility and output of blood. Again, the emphasis will be on the use of non-invasive procedures such as ultrasound, MRI and radionuclide imaging (nuclear medicine) ^{8, 9}.

Cerebrovascular diseases: Disease of the blood vessels supplying the brain is associated with high morbidity and large costs to the health care system. Efforts will be directed not only to accurate, non-invasive detection of cerebral occlusive disease but also to early, efficient and safe treatment of this disease. Detection of carotid and vertebral artery occlusive disease will be performed with non-invasive procedures such as doppler ultrasound and MR angiography. In addition, imaging procedures will be required to assess the effects of chronic cerebrovascular occlusive disease on brain parenchyma with functional MRI procedures such as brain perfusion studies. Results of these studies will be useful for choosing the appropriate revascularization procedure to treat the disease.

Diagnosis and management of stroke is another important and increasing need. Emphasis will be on early detection, speedy diagnosis and triage, followed by treatment with neuroprotective or thrombolytic agents. CT and MRI will be the main imaging procedures in acute stroke and will include both morphological and functional assessment of the brain. Quantification of the amount of reversible and irreversible parenchymal brain damage will be required together with morphological studies of the blood vessels involved. In addition, biochemical analysis of ischemic tissue may be obtained by MR spectroscopy. Once a diagnosis is made, treatment will be performed by image-guided interventional procedures, combining digital angiography with CT and/or MRI ¹⁰.

Neoplasms: The most common malignant neoplasms causing death are those of lung, colorectum, prostate and breast. Efforts will be directed towards screening of individuals at risk, early detection and staging, as well as monitoring treatment response. Demographic changes will increase the number of individuals at risk for some malignant neoplasms, particularly colorectal cancer. Imaging already has an important role in screening for breast cancer. It will also have a central role in screening for colorectal cancer. Once cancers are detected, imaging will be used for follow-up and to monitor treatment effectiveness. In addition, new treatments, such as cryotherapy and various forms of thermal tissue ablation (laser, radiofrequency, focussed ultrasound) are being developed and will use imaging techniques for accurate guidance of the delivery of these tools to destroy cancers ¹¹.

Staging of cancers will rely on CT, MRI and, increasingly, positron emission tomography (PET). Examinations of tumour biology and tumour response will depend upon innovations in radiopharmacy ¹² and/or functional MRI ¹³.

Technological and Medical Changes as They Impact Screening For, or Treating, the Leading Causes of Death and Disease

The impact of medical and technological changes on imaging procedures used in screening and treating cardiovascular and cerebrovascular diseases and common malignant neoplasms is substantial. Advances in medicine now require the availability of highly accurate yet non-invasive imaging procedures that will give qualitative and quantitative information on morphology and function. Indeed, as in heart disease, it is often technological change that drives changes in practice.

A long-standing goal of health care is the early detection of disease, when it is more readily treated. But screening tests have to be very sensitive, be performed at low cost and be readily acceptable to patients ¹⁴. Mammography is the only imaging procedure used extensively in this context at present. Image reconstruction methods have been developed to permit virtual bronchoscopy and virtual

colonoscopy and similar methods might be applicable elsewhere in the body. Such methods, by replacing physician intensive contrast studies or endoscopy, might be applicable to new screening initiatives. Equally, technical change such as the replacement of chest radiography with spiral CT, subject to cost effectiveness studies, might favourably change the early diagnosis of lung cancer ¹⁵.

Cardiovascular diseases: Multi-detector CT now offers high resolution imaging and rapid studies of coronary artery calcifications. Cardiac MR has also progressed significantly over the last few years. Research continues on coronary angiography using contrast administration. At the same time, morphologic and functional evaluation of the myocardium is now possible using MRI, and includes perfusion studies with new contrast agents and the determination of regional and global contractility as well as cardiac output, particularly using machines designed for cardiac applications ^{8, 9}.

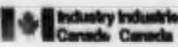
Cerebrovascular diseases: Cranial MRI is an example of an imaging method now providing a comprehensive evaluation of the brain. Stroke imaging protocols have been developed, including standard pulse sequences, for the evaluation of morphology; diffusion and perfusion pulse sequences to evaluate ischemic penumbra; and MRI angiography to evaluate blood vessel patency. The addition of magnetic resonance spectroscopy (MRS) allows study of brain metabolites in life. Stroke imaging with MRI is an example of a new imaging method that provides added value and with qualitative and quantitative data on morphology and function. It is a consequence of technological innovation and results in improvements in medical treatment and outcomes. Accurate detection of carotid artery stenosis is now possible with MRI following development of new and faster pulse sequences used with contrast injection. Both morphological and functional evaluation of the brain are possible during the same examination with standard diffusion and perfusion pulse sequences ¹⁰.

Neoplasms: Screening for lung and colorectal cancer provides another example of the potential impact of technological and medical changes on the techniques used. As noted, screening for pulmonary cancer, as for any other neoplasm, requires a test with high sensitivity. Such an evaluation will be provided by multi-detector CT which will provide a more sensitive method than conventional chest radiographs for detecting pulmonary nodules. Advances in CT technology will also permit virtual colonoscopy, which could become another non-invasive method of screening for colorectal cancer. Subject to demonstrations of their cost-effectiveness, these methods may become widely used in future ¹⁶. The wider use of PET in Canada for cancer staging will await the development of a national network to supply 18-fluorine fluorodeoxyglucose such as the one being developed in the U.S.

[Back to MAIN PAGE](#)

[Help](#) [What's New](#) [Sitemap](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#) [Top of Page](#)

Canada
<http://strategis.ic.gc.ca>

 Industry Canada	Medical Imaging Technology	Strategis
Help	What's New	Site Map
Feedback	About Us	Français
GO TO ⇨ Main Menu		Search Strategis
⇨ Business Information by Sector		
⇨ Health Industries		

Author - Industry Canada - Life Sciences Branch - Health Industries

Publication Date - 1999-08-03

WG 1 - Final Working Group Report

Part 3: THE IMPACT OF CHANGES IN MEDICINE ON MEDICAL IMAGING

- | |
|--|
| ▶ Health Care Reform |
| ▶ Human Resources |
| ▶ Medicine and Molecular Biology |
| ▶ The Evidence-Based Medicine Movement |

Medicine at the beginning of the 21st century is in transition. One commentator has observed that the care of the sick will change more in the next 20 years than in the preceding 2,000 ¹⁷. This perception relates both to changes intrinsic to medicine and biology, but also as much to the societal context in which medicine is practised, and health care delivered to the population.

Health Care Reform

Improving Care - Rising Costs: In the recent past, medical developments have come to influence significantly the course of many diseases and modify their outcomes. Costs of care have risen in proportion. This is so despite gains from preventive strategies such as the replacement of "iron lungs" to care for poliomyelitis victims by a vaccine for prevention. Aging populations have served to increase demands upon a system stretched to meet its goals. At the same time, many countries including Canada, having been in deficit spending, are now being forced to re-examine their social and fiscal priorities. In particular, the need for deficit reduction and enhanced spending on education, for example, by countries concerned with global competitiveness has necessarily impacted on the amounts of money available for health care.

For most political jurisdictions in Western society, resources in health care are at a premium. In Canada, long waiting lists, crowded emergency rooms, aging physical plant, limited capital renewal

and referrals of patients to the U.S. for care have become the daily substance of news reports ¹⁸.

Reduced Capital Reinvestment: In Canada, these fiscal pressures have resulted in very low levels of capital reinvestment in the health care system. Hospitals in particular have suffered since, in many, the capital inventory was already aging and inadequate. Compounding this situation, hospitals had been slow to invest in modern information technology, the acquisition of which has become increasingly important as health care reform unfolds. Canada remains among the top half-dozen countries in terms of spending on health as a fraction of gross domestic product. And yet, by all existing measures the nation has the poorest record of investment in technology, certainly among the developed nations and even in a wider sense ^{19, 20}. It is tempting to conclude that this paradox is due, at least in some measure, to a failure to realize the efficiencies that might result from the judicious use of technology.

Evolving Technology: In parallel with those changes intrinsic to the "health care system", the emergence of powerful diagnostic tools (CT, MRI, PET to name only a few) and therapeutic agents and techniques (antibiotics, antiviral agents, psychotropic drugs, minimally invasive surgery, again to name only a few) has been matched by a change in the relationship between doctors and individuals. While medicine remains, according to numerous polls, a well-respected profession, patients (often called clients in this new context) now expect to have much more say in their care ²¹. The public use of the Internet, with all its limitations as a source of health information, is also empowering patients as never before.

In the face of these massive social forces it has become almost a ritual to blame the escalating costs of health care on technology – expensive machines and their use are an obvious potential scapegoat for such escalation. Imaging devices, such as CT and MRI machines each costing several million dollars are, perhaps, the most visible sources of expense. And yet radiology accounts for less than 3% of health care costs in the U.S. It may be difficult to sustain the argument attributing increasing costs to technology, while the concept that technology may be a source of cost efficiencies, already advanced above, deserves more study ^{22, 23}.

Silo-Funding in a System with Archaic Accounting: The fiscal climate in which medicine is practised in Canada in 2000 inhibits change, innovation, and the application of cost-effective technology. The imposition of rigid income caps within a fixed specialty structure makes it difficult to innovate in one specialty, even if the results were to realize a net savings, since that service might have to be funded from an inflexible global budget at cost to another specialty. The result is that physicians have been forced, in a protectionist sense, to resist technological innovation since they will end up paying for its introduction out of their own pockets. If this situation and the rigid perpetuation of specialty boundaries persists, medicine, and the public, will suffer as innovation is stifled and cost-effective change is inhibited.

In precisely the era in which radiological methods are evolving to help solve the new fiscal environment of health care reform, global budgeting and "silo" financing have undermined progress. Interventional radiology, for example, has resulted in procedures, hitherto requiring admissions and operating-room time, potentially being done in the radiology department on out-patients. The savings, despite high capital costs, are real but difficult to realize without a "system perspective". Any view of the future of imaging technology must consider this trend likely to continue. However, innovation is difficult. For example, vast sums are now spent on the treatment of the neuroses and psychoses. Such treatment is almost always on a "suck-it-and-see" basis. If functional imaging

methods can fulfill their potential to create a classification of psychiatric disease such that specific remedies might be matched to specific disorders, the savings in medical and social costs would be prodigious. But how will the capacity for such powerful methods be developed, still less delivered? The archaic funding of health care and medical technology thus needs to be revisited to ensure a flexible future different from that of the immediate past.

Human Resources

The uncertainties of the last decade led to a reduction in the numbers of radiologists educated (as of all physicians). In retrospect, the cuts in the number of training positions were misguided. A recent study by the Canadian Association of Radiologists reveals a severe and escalating national shortage of radiologists. Depending upon the variables used in a sensitivity analysis, this shortage amounts to some 100 radiologists nationwide ²⁴. It is worthwhile reflecting that this number is not based on any ideological view of ratios of radiologists to population, etc., but on the reality of demand by hospitals and communities seeking to recruit radiologists. The situation is, moreover, compounded by a small but consistent level of emigration by physicians and radiologists. In this context, the depleted and decaying technology inventory in Canada does not help. Canadian graduates trained to work with sophisticated machines often fail to find suitable employment opportunities in their own country.

Medicine and Molecular Biology

Functional Imaging: Röntgen's first images (of his wife's hand) were concerned with the anatomy of the human skeleton. In their time, these images were remarkable enough, revealing structures not hitherto accessible in life. In the 100 years since, imaging technologies have greatly refined the study of structure. Imaging methods have also been directed to studies of tissue and organ function beginning with nuclear medicine methods including single photon emission computed tomography (SPECT) and positron emission tomography (PET), but expanding into functional magnetic resonance imaging (fMRI) and magnetic resonance spectroscopy (MRS). The *in vivo* monitoring of gene therapy, anti-sense imaging and other initiatives will constitute a further imperative to the greater development of functional imaging, while it is now apparent that PET cost-effectively outperforms other imaging methods in, for example, staging many cancers ²⁵.

Image-Guided Minimally Invasive Procedures: The development of imaging methods has resonated with another trend impelled by health care reform. With increasing pressures on hospital length-of-stay and the need to reduce the time spent in the operating room on exploratory surgery, there has resulted a burgeoning of minimally-invasive surgery (e.g., laparoscopic cholecystectomy) and minimally-invasive image-guided procedures such as percutaneous biopsies, drainages and angioplasty. These procedures are very cost effective ^{26, 27, 28} apart from being of obvious benefit to the patient. There are yet other examples of strategic imaging techniques that in fact reduce system costs due to reducing the length of admissions and use of conventional operating rooms.

Pharmacotherapeutic Imaging: Traditionally, new drugs have been tested in large and expensive studies of outcome measure. Radiological methods are now being examined for their potential to study new drugs *in vivo*. More importantly, as medications become more expensive, there will be increasing pressure to determine their efficacy early in the natural history of disease. Cancer chemotherapy, for example, is extremely expensive. At present, techniques to measure individual tumour responsiveness are cheap but insensitive; for example, measuring the potential shrinkage of a tumour from a chest radiograph eight or twelve weeks into therapy. In terms of global savings, it might be better to use more sensitive functional tests of tumour response earlier in the natural history

of the disease ^{12, 29}.

The Evidence-Based Medicine Movement

Historically, medicine has been mostly learned by an apprenticeship. The recent rise of a movement to critically appraise both diagnostic procedures and therapies has gone some way to remedy the use of redundant or irrelevant parts of medicine. Indeed, the need for critical thought has only emerged in the recent past because, until less than a century ago, there were no more than a handful of effective tools available to a physician. While the evidence-based medicine movement has led to reductions in the use of some procedures and elimination of unnecessary duplication, its impact on radiological innovation will not be entirely negative ³⁰. Use of computer-based guidelines and decision support will be technology-intensive but will further rationalize practice. Indeed, in the longer view, computer-based records with on-line data about the impacts of interventions on treatment and outcomes will result in on-line real-time interactive applications of evidence to the way medical care is delivered and medicine practised ³¹.

[Back to MAIN PAGE](#)

[Help](#) [What's New](#) [Sitemap](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#) [Top of Page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>



Medical Imaging Technology

Strategis

[Help](#) [What's New](#) [Site Map](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#)
GO TO [⇒ Main Menu](#)[⇒ Business Information by Sector](#)[⇒ Health Industries](#)[Search](#) [Strategis](#)

Author - Industry Canada - Life Sciences Branch - Health Industries

Publication Date - 1999-08-03

WG 1 - Final Working Group Report

Part 4: THE IMPACT OF CHANGES IN TECHNOLOGY ON MEDICAL IMAGING

► [The Status Quo](#)

► [Changes in Technology](#)

● Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy	● Ultrasound	● CT
● Radiography: Plain X-Ray	● Computed Radiography/ Digital Radiography	● Information Display, Analysis, Transmission and Storage
● Computer-Aided Diagnosis	● Nuclear Medicine	● Optical Methods and Photonics
● Image-Guided Minimally Invasive Diagnosis, Intervention, and Therapy	● New Signals	● Multi-Modality Systems

The Status Quo

The *status quo* is not reassuring ^{19, 20, 32}. Canada has 8.1 CT machines per million population while the OECD average is 12.9. To reach the OECD level, Canada would need to install 144 CT machines. Additionally, Canada has 1.7 MRI machines per million population. To reach the OECD average of 4.3 per million population, 75 MRI machines would need to be installed nationwide.

Canada has fewer than 3% of all PET detectors in the world, with 40% being found in the U.S., 40% in Europe and 11% in Pacific-rim nations. Taking this into account, one could suggest that Canada needs to install 6 PET machines. However, since most of the existing machines in Canada are "small aperture" (i.e. only able to image the head) and are only used for research, the correct number for clinical use is probably nearer 12. A recent Ontario analysis, admittedly by PET advocates, identifies a need for 9 to 12 units in that province alone. (See Appendix E for further information.)

The Fraser Institute has analyzed technology penetration in Canada, as has Rankin with respect to MRI ^{19, 20}. Both analysts find that Canada ranks lowest of the developed nations in imaging technology adoption. Indeed the deficit in technology is so great that Canada has fewer diagnostic machines than many underdeveloped nations.

It must be said that these analyses can be criticized. Accounts of the number of machines per capita tell nothing of their actual use. However, were this correction applied to Canada, the nation might look even worse because imaging machines, particularly MRI machines, are often funded by provinces for limited periods of operation. Equally, in the absence of a supply-and-demand scenario, it must be realized that no public policy has evolved world-wide to establish what is the optimum supply of high-technology imaging devices per capita of population. Nevertheless, there must be the presumption that because Canada is outstripped by nations that are both similarly developed as well as those that are much less developed, it is unlikely the optimum level has been achieved.

The 1997/98 OECD survey ³² of Canadian tertiary and quaternary hospitals showed that, not only does Canada have a deficit in the high-technology aspect of imaging, but that hospital clinical services have somewhat uniformly obsolescent machines. The data may contain a response bias; however, since the major regions (Maritimes, Quebec, Ontario, Prairies and West Coast) were all represented, this is unlikely to be a major factor. Survey results, obtained from eight institutions, reported the mean age of the machines and the number upon which the mean was based as well as the sizes of the capital inventories, the amount of capital reinvested and the reinvestment rate. In this fiscal year, all institutions fell short of, and many well short of, a 10% per annum reinvestment rate, which would be considered prudent in other industries. In fact, the mean reinvestment rate of the eight institutions was 5%, with two at 0% and the remainder ranging from 5 to 9% (see Appendix F for further information).

Changes in Technology

The following is a list of changes in technology that are likely to occur over the next three to five years. The list is partly segregated by imaging method but some trends encompass more than one modality. Where this sort of overlap occurs, some new technologies are listed more than once.

In addition to the changes in specific instrumentation, some general themes are also apparent. These include:

- integration in the presentation of information and images from multiple modalities;
- a larger role for image-guidance and monitoring of interventional techniques;
- expansion of imaging beyond representations of anatomy to include functional, physiological, quantitative and dynamic information;
- integration with molecular biology technologies, e.g., detection of delivery of genetic probes, targeted delivery of genetic material, etc.;
- a general emphasis on faster, three-dimensional or volumetric imaging;

- faster and more detailed imaging of all types using more powerful computers; and
- the use of computers in image analysis and decision support.

Magnetic Resonance Imaging and Spectroscopy: A greater variety in choices of equipment and a broader range of magnets and systems will be developed, generating opportunities for developing and marketing devices, accessories, and image processing software. New MRI contrast agents for dynamic and functional studies will emerge, increasingly coupled with molecular biologicals. MRI will develop major clinical roles in the guidance and monitoring of minimally-invasive interventional techniques and there will be opportunities for the development and manufacture of MRI-compatible devices and equipment ³³.

Ultrasound: Major developments are anticipated in ultrasound imaging based on the development of new contrast agents. Innovative and complicated operating modes will be developed to exploit these new contrast agents. In general, instrumentation is becoming more specialized, utilizing higher frequencies and more complex transducers, with emphasis on miniaturization for intravascular and interstitial imaging. Systems will continue to become more portable ³⁴.

CT: Emphasis will be placed on faster imaging methods, creating a need to develop new x-ray tubes, detectors, image reconstruction display methods, etc. Special purpose machines will be developed such as trauma CT, low-cost C-arm and mobile units. There will be opportunities for the development of accessories and devices, particularly for dynamic studies ^{35, 36}.

Radiography: Plain X-Ray Imaging: There will be major developments in digital technologies for both detectors and display. Image-processing software will find increasing clinical applications. There will be emphasis on smaller, mobile systems and there will continue to be developments in x-ray tubes and other innovative x-ray sources.

Computed Radiography/Digital Radiography: The film-screen combination currently used to capture radiographic images will soon be replaced by digital acquisitions, so that the entire array of imaging modalities can be part of the electronic patient record. The advent of digital detectors will likely play a major role in acquisition of static (digital radiography) as well as dynamic (digital fluoroscopy) images ³⁷.

Information Display, Analysis, Transmission and Storage: Once plain x-rays and fluoroscopy have been converted to digital acquisition, all medical imaging modalities will be read off computer monitors, transmitted instantly wherever they are needed, and archived electronically. The continuous progress made in network communication and computer technology will allow development of new organizational models for imaging departments with a trend towards large global networks, decentralization and globalization of the medical imaging business ³⁷.

Computer-Aided Diagnosis: Computer-aided diagnosis will be a side benefit of the migration towards a totally electronic format. Specialized software will be developed in order to support radiologists and clinicians in the diagnosis process. The capability for convenient multi-modality image registration and display will accelerate this trend ³¹.

Nuclear Medicine: One key technology for nuclear medicine remains the development of radiopharmaceuticals and here molecular imaging techniques are anticipated to have great impact ¹².

Developments in instrumentation will continue to focus on special purpose systems, e.g., economical PET imaging, as well as high resolution gamma cameras ³⁸.

Optical Methods and Photonics: Visible light techniques (including ultraviolet and infrared) will play bigger roles in medical imaging in the future. Molecular biology techniques will develop specific labels (e.g., fluorescent proteins) which will be detectable with interstitial probes for local measurements of tissue function and disease, with the potential for *in vivo* biopsy. Transillumination and optical computed tomography techniques will undergo further development ³⁹.

Image-Guided Minimally Invasive Diagnosis, Intervention, and Therapy: Interventional techniques will increasingly exploit imaging technologies that will enable improved and new interventional technologies to be developed. Minimally invasive, day-surgery techniques to avoid or reduce hospital stays will involve various imaging tools and specialized operating-room equipment. Thermal therapy techniques for tumour ablation will evolve, and robotic technologies will be increasingly used, to bridge imaging and interventional technologies. Interstitial probes will be increasingly applied as sensors for diagnosis and monitoring and for guiding and assessing delivery of agents for diagnosis and therapy ⁴⁰.

New Signals: There are still some observational windows into the body which can be developed. Likely candidates are electrical impedance tomography and magnetoencephalography (MEG), as well as high-resolution optical imaging.


Multi-Modality Systems: Exciting combinations of technologies will be developed. For example, the combination of the rotational technologies of CT and SPECT will be more powerful than either alone. X-ray angiography techniques will be combined with ultrasound, CT or MRI to provide better definition of the vascular system for diagnosis, treatment and interventions. Magnetoencephalography (MEG) will gain power when combined with simultaneous PET or fMRI imaging.

[Back to MAIN PAGE](#)

[Help](#) [What's New](#) [Sitemap](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#) [Top of Page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>

 Industry Canada	Medical Imaging Technology	Strategis			
Help	What's New	Site Map	Feedback	About Us	Français
GO TO Main Menu			Search Strategis		
Business Information by Sector					
Health Industries					

Author - Industry Canada - Life Sciences Branch - Health Industries

Publication Date - 1999-08-03

WG 1 - Final Working Group Report

Part 5: CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

A number of influences have been described which suggest an increasing demand for imaging technology. These include, but are not limited to, demographic factors, technological evolution and, not least, changes in the very nature of medical practice. Canadian hospitals and clinics enter the 21st century with limited inventories of often obsolete equipment. This is a handicap which will, unless corrected, represent a hidden deficit to be passed on to our descendants.

Medical imaging technology has enormous potential to contribute to the improvement of health care in this new century and will, no doubt, have the power to contribute to solving some of the financial pressures which also beset health care. And yet, there are serious deficiencies in imaging and other technology penetration into the health care system which may impact, not only upon care itself, but on our national capacity to benefit from industrial innovation in this context.

To address these deficiencies, the Working Group on "Future Needs for Medical Imaging in Health Care" makes the following recommendations:

1. **Canadian industry must become aware of the opportunities in the analysis, transmission and storage of medical images. These opportunities increasingly depend upon technologies (e.g., image compression, broadband communications technology, etc.) other than those primarily involved with image generation.**
2. **Society and health-care policy makers must recognize the need to plan for an increased capacity for imaging in the future. There is an urgent need to repair the results of years of under funding of capital investment and infrastructures in Canadian hospitals and clinics and to address the human resource shortage in radiology. Strategies to retain and repatriate Canadian radiologists need to be developed.**
3. **The health-care system needs to develop budgetary tools and financial systems which permit and facilitate cost-effective technological innovation. Health-care funding, including capital cost amortization, needs to be stable and predictable, and independent of political uncertainties.**

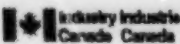


Advocacy of technology in health care risks appearing to disregard the caring and compassionate attributes of medicine as an essentially humanitarian enterprise. Technology is a necessary, but not sufficient, part of medical practice and it will depend upon the many people involved to ensure that machines subserve care and do not de-humanize it. To tap the enormous potential of the radiological and related sciences to contribute to health care, in this new century, requires an understanding of both the potential and the limitations of technology. However, excellence in diagnosis and treatment is ultimately a major component of compassionate care.

[Back to MAIN PAGE](#)

[Help](#) [What's New](#) [Sitemap](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#) [Top of Page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>

					
Help	What's New	Site Map	Feedback	About Us	Français
GO TO ⇨ Main Menu			Search Strategis		
⇨ Business Information by Sector					
⇨ Health Industries					

Author - Industry Canada - Life Sciences Branch - Health Industries

Publication Date - 1999-08-03

WG 1 - Final Working Group Report

References

1. Röntgen WC. 1896. "On a new kind of rays," (English translation) *Nature*, 53: 274-276.
2. Eisenberg RL. 1992. *Radiology: An Illustrated History*. St Louis: Mosby.
3. Hangiandreou NJ, Young JWR, and RL Morin, editors, 1999. *Electronic Radiology Practice - Mechanical and Practical*. Chicago: Radiological Society of North America.
4. United Nations, Publication Division, Department of Economic and Social Affairs. *World Population 1998*. United Nations: 1999.
5. Canadian Institute for Health Information. Provincial Government Hospital Expenditure by Age and Gender, by Province/Territory and Canada 1997. *National Health Expenditures Data 1997*.
6. Foot, David K. with Daniel Stoffman. May 1996. *Boom Bust & Echo: How to Profit from the Coming Demographic Shift*. Chapter 9: *The Health Care Crunch*. Macfarlane Walter & Ross.
7. Hoyert DL, Kochanek KD, and SL Murphy. June 30 1999. "Deaths: Final Data for 1997," *National Vital Statistics Reports*, 47(19): 1-105.
8. Rees M. 1997. "Cardiac imaging: present status and future trends," *Journal of Radiology*, 70: 162-167.
9. Wielopolski PA, va Guens RJ, de Feyter PJ, and M Oudkerk. 1998. "Coronary arteries," *European Radiology*, 201: 798-802.
10. Bogousslavsky J. On the attack. *Odyssey* 1997; 3: 2-7.
11. Lewin JS, Connell CF, Duerk JL, Chung Y-C, Clampitt ME, Spisak J, Gazelle GS, and JR Haaga. 1998. "Interactive MRI-guided radiofrequency interstitial thermal ablation of abdominal tumors: Clinical trial for evaluation of safety and feasibility," *Journal of Magnetic*

Resonance Imaging, 8(1): 40-47.

12. Ranney DF. 2000. "Biomimetic transport and rational drug delivery." *Biochem Pharmacol*, 59 (2): 105-114.
13. Maisey MN and M Dakin. 1998. "The first five years of a dedicated clinical PET centre," *Clinical Positron Imaging*, 1: 59-69.
14. Sackett DL, Haynes RB, Guyatt GH, and P Tugwell. 1991. *Clinical Epidemiology: A Basic Science for Clinical Medicine*, 2nd ed., p. 168. Boston: Little Brown and Co.
15. Kaneko M, Eguchi K, Ohmatsu H, Kakinuma R, Naruke T, Suemasu K, and N Moriyama. 1996. "Peripheral lung cancer: screening and detection with low-dose spiral CT versus radiography," *Radiology*, 201: 798-802.
16. Johnson CD, Hara AK, and JE Reed. 1997. "Computed tomography colonography: a new method for detecting colorectal neoplasms," *Endoscopy*, 29: 454-461.
17. Turnberg L. quoted by Smith R. 1997. *Odyssey*, 3: 16-18.
18. Decter, Michael. January 17, 2000. "A Plan to End the Hospital Crisis," *Maclean's*, Roger's Media, 113(03): 28-29.
19. Harriman D, McArthur W, and M. Zelder. 1999. *The Availability of Medical Technology in Canada: An International Comparative Study*. Vancouver: A Fraser Institute Occasional Paper.
20. Rankin RN. 1999. "Magnetic resonance imaging in Canada: dissemination and funding," *Canadian Association of Radiology Journal*, 50: 89-92.
21. Muha L. 1997. "Pillars of Strength," *Odyssey*, 3: 2-4.
22. Binkhuysen FHB, and CBAJ Puylaert. 1998. "Influence of CT on radiologic utilization in the Netherlands," *Radiology*, 169: 827-829.
23. Rao PM, Rhea JT, Novelline RA, Mostafavi AA, and CJ McCabe. 1998. "Effect of computed tomography of the appendix on treatment of patients and use of hospital resources," *New England Journal of Medicine*, 338: 141-146.
24. Campbell DR. 1998. "CAR National Survey: Manpower for Radiology," *Unpublished*.
25. Hoh CK, Glaspy J, Rosen P. *et al.* 1997. "Whole body FDG-PET imaging for staging of Hodgkin's disease and lymphoma," *Journal of Nuclear Medicine*, 38: 343-348.
26. Baccarani U, Terrosu G, Donini A, Risaliti A, and F. Bresadola. August 7 1999. "Future of minimally invasive surgery[letter]," *Lancet*, 354(9177): 513.
27. Rattner DW. 1999. "Future directions in innovative minimally invasive surgery," *Lancet*, 353 (Suppl 1): S112-5.

28. Rattner DW. 1999. "Beyond the laparoscope: minimally invasive surgery in the new millinnium," *Surgery*, 125(1): 19-22.
29. Dewanjee MK, Ghafouripour AK, Kapadvanjwala M, Dewanjee S, Serafini AN, Lopez DM, and GN Sfakianakis. 1994. "Noninvasive imaging of *c-myc* oncogene messenger RNA with indium-111-antisense probes in a mammary tumor-bearing mouse model," *Journal of Nuclear Medicine*, 35: 1054-1063.
30. Lentle BC, and JA Aldrich. 1997. "Radiological sciences, past and present," *Lancet*, 350: 280-285.
31. Hunt DL, Haynes RB, Hanna SE, and K. Smith. 1998. "Effects of computer-based clinical decision support systems on physician performance and patient outcomes: A systematic Review," *Journal of the American Medical Association*, 280: 1339-1346.
32. *OECD Health Data 1998*. Paris: OECD.
33. Gould SWT, Darzi A. 1997. "The interventional magnetic resonance unit - the minimal access operating theatre of the future." *Brit J Radiol*; 70: S89-S97.
34. Rizzatto G. 1998. "Ultrasound transducers," *European Journal of Radiology*, 27(Suppl 2): S188-95.
35. Butler WE, Piaggio CM, Constantinou C, Niklason L, Gonzalez RG, Cosgrove GR, and NT Zervas. 1998. "A mobile computed tomographic scanner with intraoperative and intensive care unit applications," *Neurosurgery*, 42: 1304-1310
36. Fox SH, Tannenbaum LN, Ackelsberg S, He HD, Hsieh J, and H. Hu. 1998. "Future directions in CT technology," *Neuroimaging Clinics of North America*, 8(3): 497-513.
37. Bick U, and H Lenzen. 1999. "PACS: the silent revolution," *European Radiology*, 9(6): 1152-60.
38. Phelps ME, and RE Coleman. 2000. "Nuclear medicine in the new millennium," *Journal of Nuclear Medicine*, 41: 1-4
39. Alfano RR, Demos SG, Galland P, Gayen SK, Guo Y, Ho PP, Liang X, Liu F, Wang L, Wang QZ, and WB Wang. 1998. "Time-resolved and nonlinear optical imaging for medical applications," *Annals of the New York Academy of Science*, 838: 14-28.
40. Jolesz FA. 1998. "Interventional and intraoperative MRI: A general overview of the field," *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, 8(1): 3-7.

[Help](#) [What's New](#) [Sitemap](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#) [Top of Page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>



Medical Imaging Technology

Strategis

[Help](#)[What's New](#)[Site Map](#)[Feedback](#)[About Us](#)[Français](#)[GO TO](#) [⇒ Main Menu](#)[⇒ Business Information by Sector](#)[⇒ Health Industries](#)[Search](#) [Strategis](#)

Author - Industry Canada - Life Sciences Branch - Health Industries

Publication Date - 2000-06-09

WG 1 - Final Working Group Report

APPENDICES

- ▶ [A: Medical Imaging Technology Roadmap Steering Committee](#)
- ▶ [B: Working Group 1 Membership List](#)
- ▶ [C: Leading Causes of Death the U.S. \(1997\)](#)
- ▶ [D: Leading Causes of Death the U.S., by Age Group](#)
- ▶ [E: Calculation of Investment Required by Canada in High-Tech Diagnostic Equipment](#)
- ▶ [F: Capital Equipment at Eight Canadian Institutions, Fiscal 1997 - 98](#)

APPENDIX A

MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY ROADMAP STEERING COMMITTEE

Chairperson:

Dr Aaron Fenster
Director, Imaging Research Laboratories
The John P. Robarts Research Institute
London, Ontario
E-Mail: afenster@irus.rri.on.ca

Members:

Dr. Brian C. Lentle
Professor Emeritus and Former Head
Dept. of Radiology
Vancouver General Hospital
Vancouver, B.C.
E-Mail: blentle@unixg.ubc.ca

Dr Michael Barry
Dr. Michael Barry
Department of Diagnostic Imaging
Saint John Regional Hospital Facility
Saint John, New Brunswick
E-Mail: drmikeybarry@health.nb.ca

Mr. Bill Dobson
Industrial Technology Advisor
Industrial Research Assistance Program
(IRAP)
Toronto, Ontario
E-Mail: bill.dobson@nrc.ca

Mr. Fred Doern
nir-vivo inc.
c/o NRC - Institute for Biodiagnostics
Winnipeg, Manitoba
E-Mail: doern@nir-vivo.com

Dr Robert Ferguson
Chief, Radiology Department
Kingston General Hospital
Kingston, Ontario
E-Mail: fergusor@kg.h.kari.net

Mr. Len Grenier
V.P. Engineering & Chief Technology Officer
A.L.I. Technologies Inc.
Richmond, British Columbia
E-Mail: len@alitech.com

Mr. Doug Morrison
Senior Manager
Deloitte & Touche LLP, Management
Solutions
Toronto, Ontario
E-Mail: doug.morrison@bmts.com

Dr Louis Renaud
Vice President, Research and Development
Electromed International Ltd.
Saint-Eustache, Quebec
E-Mail: louis.renaud@electromed.ca

Dr Douglas Mowbray
(Canadian Association of Radiologists)
Radiologist, Various Rural Hospitals
Lucknow, Ontario
E-Mail: dmowbray@hurontel.on.ca

Mr. Bill Brodie
(Canadian Association of Medical Radiation
Technologists)
Manager, Medical Imaging
Montreal Neurological Institute and Hospital
Montreal, Québec
E-Mail: william.brodie@muhc.mcgill.ca

Mr. Bruce Davey
Director, Engineering
Surgical Products Group
Cedara Software.
Mississauga, Ontario
E-Mail: bruce.davey@cedara.com

Mr. Jim Herrewynen
General Manager
Mitra Imaging Inc.
Waterloo, Ontario
E-Mail: Eric@mitra.com

Dr John Rowlands
Professor, U. of Toronto
Dept. of Medical Biophysics and Medical
Imaging
Sr. Scientist, Sunnybrook &
Women's College Health Sciences Centre
Toronto, Ontario
E-Mail: rowlands@srcl.sunnybrook.on.ca

APPENDIX B

WORKING GROUP 1 MEMBERS MEMBERSHIP LIST

Co-Leaders:

Dr. Brian C. Lentle
Professor Emeritus and Former Head
Dept. of Radiology
Vancouver General Hospital
Vancouver, British Columbia
E-mail: blentle@unixg.ubc.ca

Dr. Walter Kucharczyk
Professor and Chair
Dept. of Medical Imaging
University of Toronto
Toronto, Ontario
E-mail: w.kucharczyk@utoronto.ca

Dr. Michael Bronskill, Director
Imaging Research Program
Sunnybrook & Women's College Health
Sciences Centre
Toronto, Ontario
E-mail:
mjb@srcl.sunnybrook.utoronto.ca

Secretariat:

Diana Law
Life Sciences Branch
Industry Canada
235 Queen Street
Ottawa, Ontario K1A 0H5
E-mail: law.diane@ic.gc.ca

Members:

Dr. David Fraser
 Past President, RSNA
 Former Chief, Diagnostic Imaging Dept.
 QEII Health Sciences Centre
 Halifax, Nova Scotia
 E-mail: fraser@rsna.org

Mr. Bill Brodie
 (Canadian Association of Medical Radiation
 Technologists)
 Manager, Medical Imaging
 Montreal Neurological Institute and Hospital
 Montreal, Quebec
 E-mail: brodie@johnabbott.qc.ca or
william.brodie@muhc.mcgill.ca

Mr. Joe Sardi
 General Electric Medical Systems
 2300 Meadowvale Blvd.
 Mississauga, Ontario
 E-mail: joe.sardi@med.ge.com

Dr. Jill M. Sanders
 President
 Canadian Coordinating Office for Health
 Technology Assessment (CCOHTA)
 Ottawa, Ontario
 E-mail: jills@ccohta.ca

Dr. Patrice Bret
 Professor, University of Toronto
 Radiologist-in-Chief
 Medical Imaging Department
 Mount Sinai Hospital
 Toronto, Ontario
 E-mail: pbret@torhosp.toronto.on.ca

Dr. Pierre Bourgouin
 Professor of Radiology, University of
 Montréal
 Associate Chief, Department of Radiology,
 University of Montréal Medical Centre
 Montréal, Québec
 E-mail: bourgou@attglobal.net

APPENDIX C

Leading Causes of Death in the U.S. (1997)

[Click here](#) to see a pie chart version of the statistics
 contained within this appendix

Deaths Per 100,000

Cause of Death	All	Male	Female
Heart Disease	130.5	173.1	95.4
Malignant Neoplasms	125.6	150.4	107.3
Unintentional Injuries	30.1	42.9	17.8
Cerebrovascular Disease	25.9	27.9	24.2
Chronic Obstructive Pulmonary Disease	21.1	26.6	17.7
Diabetes Melitus	13.5	14.8	12.4
Pneumonia and Influenza	12.9	16.2	10.5
Suicide	10.6	17.4	4.1
Homicide and Legal Intervention	8.0	12.5	3.3

Chronic Liver Diseases and Cirrhosis	7.4	10.5	4.5
HIV Infection	5.8	9.1	2.6

Source: U.S. Center for Disease Control

Total Deaths

Cause of Death	All	Male	Female
Heart Disease	727 334	356 958	370 376
Malignant Neoplasms	539 577	281 110	258 467
Cerebrovascular Disease	159 791	62 564	97 227
Chronic Obstructive Pulmonary Disease	100 929	55 984	53 045
Unintentional Injuries	95 644	61 693	33 681
Pneumonia and Influenza	86 449	39 284	47 165
Diabetes Melitus	62 636	28 187	34 449
Suicide	30 535	24 492	6 043
Chronic Liver Diseases and Cirrhosis	25 175	16 260	8 195
Homicide and Legal Intervention	0	0	0
HIV Infection	0	0	0

Source: U.S. Center for Disease Control

APPENDIX D**Leading Causes of Death in the U.S. by Age Group****Under one year in age**

1. Congenital anomalies
2. Disorders relating to short gestation and unspecified low birth weight
3. Sudden infant death syndrome
4. Respiratory distress syndrome
5. Newborn affected by maternal complications of pregnancy
6. Newborn affected by complications of placenta, cord, and membranes
7. Infections specific to the perinatal period
8. Unintentional injuries
9. Intrauterine hypoxia and birth asphyxia
10. Pneumonia and influenza

From 1-4 years of age

1. Unintentional injuries
2. Congenital anomalies
3. Malignant neoplasms
4. Homicide and legal intervention
5. Diseases of the heart
6. Pneumonia and influenza
7. Certain conditions originating in the perinatal period
8. Septicemia
9. Benign neoplasms
10. Cerebrovascular diseases

From 5-14 years

1. Unintentional injuries
2. Malignant neoplasms
3. Homicide and legal intervention
4. Congenital anomalies
5. Diseases of heart
6. Suicide
7. Pneumonia and influenza
8. Chronic obstructive pulmonary diseases
9. Human immunodeficiency virus infection
10. Benign neoplasms
11. Cerebrovascular diseases

From 15-24 years of age

1. Unintentional injuries
2. Homicide and legal intervention
3. Suicide
4. Malignant neoplasms
5. Diseases of the heart
6. Congenital anomalies
7. Human immunodeficiency virus infection
8. Pneumonia and influenza
9. Chronic obstructive pulmonary diseases
10. Cerebrovascular diseases

From 25-44 years of age

1. Unintentional injuries
2. Malignant neoplasms
3. Diseases of the heart
4. Suicide
5. Human immunodeficiency virus infection
6. Homicide and legal intervention

7. Chronic liver diseases and cirrhosis
8. Cerebrovascular diseases
9. Diabetes mellitus
10. Pneumonia and influenza

From 45-64 years of age

1. Malignant neoplasms
2. Diseases of heart
3. Unintentional injuries
4. Cerebrovascular diseases
5. Chronic obstructive pulmonary diseases
6. Diabetes mellitus
7. Chronic liver disease and cirrhosis
8. Suicide
9. Pneumonia and influenza
10. Human immunodeficiency virus infection

From 65 years and over

1. Diseases of heart
2. Malignant neoplasms
3. Cerebrovascular diseases
4. Chronic obstructive pulmonary diseases
5. Pneumonia and influenza
6. Diabetes mellitus
7. Unintentional injuries
8. Alzheimer's disease
9. Nephritis, nephrotic syndrome, and nephrosis
10. Septicemia

APPENDIX E**Calculation of Investment Required by Canada in High-Tech Diagnostic Equipment**

	CT	MRI	Lithotripter	Radiation Therapy Equipment	PET	TOTAL
Average number of units per M population for countries with high per capita GDP (Note 1)	15.7	4.7	1.6	7.6		
Additional units per M population required for Canada to achieve the above average (Note 2)	7.6	3.0	1.1	0.8		

Total additional units required for Canada to achieve the above average	232	91	33	24 (Note 3)	10 (Note 4)	
Average capital cost* per unit of equipment	1.00	2.50	1.40	1.80	1.90	
Average siting cost per unit of equipment	0.35	2.00	0.25	0.50	0.50	
Total capital and siting investment required for Canada to achieve the above average	313.2	409.5	54.5	55.2	24.0	856.4
85% Factor (Note 5)						151.1
Total investment required for Canada to achieve the above average						1007.5
Average yearly operating cost per unit of equipment	0.50	1.20	0.24	0.25	0.50	
Total yearly operating cost required for Canada to achieve the above average	116.0	109.2	7.9	6.0	5.0	244.1

* All costs/investments are in \$ millions
Canadian Association of Radiologists

Source:

Note 1: High per capita GDP is defined as = or > U.S.\$20 000 PPP (Purchasing-power-parity)

Note 2: In 1998, the population of Canada was 30.6 million (Statistics Canada)

Note 3: In 1997, Canada had 47 Cobalt-60 units, 112 linear accelerators and 52 brachytherapy units. Cobalt-60 units are being phased out and replaced by low energy linear accelerators. Also, Canada has relatively few high energy linear accelerators so the 24 additional units would be high energy accelerators.

Note 4: Of 2000 PETS in the world in 1998, Europe has 40%, the USA 40% and Canada 3% (mostly for research). Accounting for the population and growth of PET, Canada would require an additional 10 units to be equivalent to Europe.

Note 5: Radiological technology equipment represents about 85% of radiological technology capital costs. Therefore, this factor (1/.85), or an increase of 17.65%, was applied to the total capital cost requirements.

APPENDIX F

Capital Equipment at Eight Canadian Institutions, Fiscal 1997 - 98

	INSTITUTION							
	1	2	3	4	5	6	7	8
MACHINE Mean age (Number)								

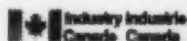
CT*	7 (4)	6 (8)	3 (2)	3 (2)	4 (5)	3 (2)	5 (3)	3 (3)
MRI*	3 (2)	6 (4)	1 (2)	6 (1)	6 (2)	5 (1)	5 (1)	3 (3)
Ultrasound	7 (7)	3 (39)	6 (16)	6 (10)	5 (19)	6 (7)	11 (13)	9 (16)
Gamma cameras	9 (9)	7 (18)	7 (5)	7 (6)	5 (4)	8 (3)	10 (9)	3 (14)
Angiographic units	6 (3)	5 (9)	4 (3)	5 (4)	7 (4)	10 (2)	12 (4)	5 (3)
Lithotripters	1 (1)	-	-	-	-	-	4 (1)	10 (1)
RF units	15 (24)	8 (26)	8 (11)	11 (13)	11 (13)	8 (9)	15 (28)	12 (16)
Fluoro-units	6 (11)	5 (10)	10 (4)	9 (5)	9 (7)	9 (2)	14 (18)	11 (8)
CAPITAL C\$ million								
Capital Inventory	28	60	23	22	30	15	30	33
Capital Reinvestment	0.0	4.0	1.2	1.2	2.5	0.8	0.0	3.0
Reinvestment Rate	0%	7%	5%	6%	8%	5%	0%	9%

*Age since major upgrade

[Back to MAIN PAGE](#)

[Help](#)
[What's New](#)
[Sitemap](#)
[Feedback](#)
[About Us](#)
[Français](#)
[Top of Page](#)


<http://strategis.ic.gc.ca>



[Help](#) [What's New](#) [Site Map](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#)

GO TO [Main Menu](#)

[Business Information by Sector](#)

[Health Industries](#)

[Search](#) [Strategis](#)

Author - Industry Canada- Life Sciences Branch-Health Industries

Publication Date - 2000-05-31

WG 1 - Final Working Group Report

For further information about the Medical Imaging Technology Roadmap, please contact:

Diane Law

Project Facilitator

Life Sciences Branch

Industry Canada

235 Queen Street

Ottawa, Ontario, K1A 0H5

Phone: (613) 954-2779

Fax: (613) 952-5822

© Medical Imaging Technology Roadmap Steering Committee

Published and distributed by Industry Canada on behalf of the Medical Imaging Technology Roadmap Steering Committee. The views expressed are those of the authors and not the Government of Canada.

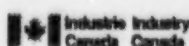
Catalogue N°.: C21-30/1-2000E

ISBN: 0-662-29040-2

[Help](#) [What's New](#) [Sitemap](#) [Feedback](#) [About Us](#) [Français](#) [Top of Page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>



Technologie de l'imagerie médicale

Strategis

[Aide](#)[Quoi de neuf](#)[Carte du site](#)[Opinion](#)[Contexte](#)[English](#)[Passer à](#) [Menu principal](#)[⇒ Information d'affaires par secteur](#)[⇒ Industries de la santé](#)[Recherche dans Strategis](#)

Auteur - Industrie Canada - Direction générale des sciences de la vie - Industries de la santé

Date de diffusion - 1999-08-03

GT 1 - Rapport final du groupe de travail

BESOINS FUTURS EN IMAGERIE DANS LES SOINS DE SANTÉ

Droits d'auteur

AVANT-PROPOS

RÉSUMÉ DE LA DIRECTION

- ▶ [Introduction](#)
- ▶ [L'effet des changements démographiques sur l'imagerie médicale](#)
- ▶ [L'effet des changements médicaux sur l'imagerie médicale](#)
- ▶ [L'effet des changements technologiques sur l'imagerie médicale](#)
- ▶ [Conclusion](#)

Partie 1 : INTRODUCTION

- ▶ [Objectif du GT1](#)
- ▶ [Membres du GT1](#)
- ▶ [Contexte : Les techniques radiologiques \(imagerie diagnostique\)](#)
- ▶ [Aperçu](#)

Partie 2 : L'EFFET DES CHANGEMENTS DÉMOGRAPHIQUES SUR L'IMAGERIE MÉDICALE

- ▶ Données démographiques sur la population mondiale
- ▶ Tendances démographiques mondiales
- ▶ Causes de décès les plus courantes
- ▶ L'effet sur les méthodes de dépistage et de traitement des causes les plus fréquentes de décès et de maladie
- ▶ L'effet des innovations techniques et médicales sur le dépistage et le traitement des principales causes de maladie et de décès

Partie 3 : L'EFFET DES CHANGEMENTS MÉDICAUX SUR L'IMAGERIE MÉDICALE

- ▶ La réforme des soins de santé
- ▶ Ressources humaines
- ▶ Médecine et biologie moléculaire
- ▶ Le mouvement de la médecine fondée sur l'expérience clinique

Partie 4 : LES EFFETS DES CHANGEMENTS TECHNOLOGIQUES SUR L'IMAGERIE MÉDICALE

- ▶ Le *statu quo*
- ▶ Changements technologiques
 - Imagerie et spectroscopie par résonance magnétique
 - Échographie
 - TAO
 - Radiographie – imagerie simple par rayons X
 - Radiographie par ordinateur / radiographie numérique
 - Affichage, analyse, transmission et stockage de l'information
 - Diagnostic assisté par ordinateur
 - Médecine nucléaire
 - Techniques d'optique et optoélectronique
 - Diagnostic, intervention et traitement effractifs minimaux guidés par l'image
 - Nouveaux signaux
 - Systèmes à modalités multiples

Partie 5 : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Références

Annexes

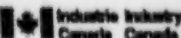
- ▶ A : Le comité directeur de la carte routière technologique de l'imagerie médicale
- ▶ A : Liste des membres du Groupe de travail 1
- ▶ B : Principales causes de décès aux É-U (1997)
- ▶ C : Principales causes de décès aux É-U, par groupe d'âges
- ▶ D : Investissements nécessaires en équipement de diagnostic de pointe
- ▶ E : Biens d'équipement dans huit établissements canadiens, année financière 1997 - 1998

GT1 - Zone des membres

[Aide](#) [Quoi de neuf](#) [Carte du site](#) [Opinion](#) [Contexte](#) [English](#) [Haut de la page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>

 Industrie Canada	Technologie de l'imagerie médicale		Strategis		
Aide	Quoi de neuf	Carte du site	Opinion	Contexte	English
Passer à Menu principal			Recherche dans Strategis		
⇒ Information d'affaires par secteur					
⇒ Industries de la santé					

Auteur - Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Date de diffusion - 2000-05-17

GT 1 - Rapport final du groupe de travail

Avant-Propos

Ce rapport du groupe de travail sur les « Besoins futurs en imagerie médicale dans les soins de santé » est le premier d'une série de cinq qui, une fois complétés, formeront la Carte routière technologique de l'imagerie médicale. Cette Carte routière se veut un outil de prévision technologique créé par les entreprises, les chercheurs et les cliniciens canadiens dans le but d'améliorer les soins aux patients et la compétitivité à l'échelle mondiale du secteur canadien de l'imagerie médicale. La Carte routière renforcera ainsi la mise au point, la diffusion et l'adaptation de la technologie et facilitera la prise de décision dans les secteurs public et privé quant à l'investissement, la mise au point de produit, la formation et les politiques.

Le comité directeur de la carte routière technologique de l'imagerie médicale fournit l'orientation et l'encadrement pour l'ensemble du projet. Le comité est composé de 14 personnes (voir l'Annexe A pour la liste des membres) provenant d'entreprises, de chercheurs, de cliniciens et du gouvernement qui sont impliquées dans le secteur canadien de l'imagerie médicale. Industrie Canada agit comme catalyseur et facilitateur du processus de l'élaboration de la Carte routière. Soixante-quinze personnes représentant plus de 50 organismes participent au projet, créant ainsi des occasions d'alliance et de partage d'information.

Les principales réalisations jusqu'à maintenant, en plus de ce rapport, sont :

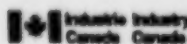
- La publication de « L'imagerie médicale : document de travail »;
- L'élaboration de la vision, de l'objectif et du but du projet;
- Le développement d'un site Web pour les membres afin de faciliter la communication;
- L'établissement et répartition des tâches entre les cinq groupes de travail :
 - GT1 - Besoins futurs en imagerie médicale
 - GT2 - Génération et capture d'image
 - GT3 - Transmission et connectivité
 - GT4 - Analyse and visualisation d'images
 - GT5 - Technologies émergentes; et
- L'identification par les groupes de travail des problèmes à régler et des technologies marquantes qui seront examinées dans la Carte routière.

Le projet devrait être complété pour la fin du mois de septembre 2000.

[Retour à la PAGE PRINCIPALE](#)

[Aide](#) [Quoi de neuf](#) [Carte du site](#) [Opinion](#) [Contexte](#) [English](#) [Haut de la page](#)

Canada
<http://strategis.ic.gc.ca>



Technologie de l'imagerie médicale

Strategis

[Aide](#)[Quoi de neuf](#)[Carte du site](#)[Opinion](#)[Contexte](#)[English](#)Passer à [Menu principal](#)[Information d'affaires par secteur](#)[Industries de la santé](#)**Recherche dans Strategis**

Auteur - Industrie Canada - Direction générale des sciences de la vie - Industries de la santé

Date de diffusion - 2000-06-01

GT 1 - Rapport final du groupe de travail

RÉSUMÉ DE LA DIRECTION

[► Introduction](#)[► L'effet des changements démographiques sur l'imagerie médicale](#)[► L'effet des changements médicaux sur l'imagerie médicale](#)[► L'effet des changements technologiques sur l'imagerie médicale](#)[► Conclusion](#)

Introduction

Le présent rapport du groupe de travail « Besoins futurs en imagerie dans les soins de santé » traite des facteurs déterminants qui influenceront sur l'utilisation de l'imagerie ainsi que sur la recherche dans ce domaine pour les cinq à dix prochaines années. Implicitement, ce rapport traite également des contraintes actuelles de l'imagerie diagnostique et présente les débouchés du point de vue de l'industrie. Bien que cette analyse utilise des données canadiennes, elle tient compte de la nature de plus en plus mondiale de la radiologie et des domaines connexes (imagerie), tant du point de vue clinique qu'industriel.

Contexte : Les techniques radiologiques. Il y a un peu plus de 100 ans, Röntgen découvrait les rayons X. Dans les années qui ont suivi, la radiologie a intégré l'utilisation de nombreux autres types de rayonnement électromagnétique (ultrasons, rayonnement gamma, champs magnétiques et rayonnements radioélectriques, etc.) afin de créer des images de plus en plus précises du corps et de ses maladies à des fins diagnostiques *in vivo*. Les différents types d'énergie utilisés et les différentes spécialités (radiologie, médecine nucléaire, physique médicale, pharmacie nucléaire, science de l'information, etc.) ont entraîné la création de services hospitaliers et de départements universitaires appelés « imagerie diagnostique », « radiologie » ou « techniques radiologiques ».

L'effet des changements démographiques sur l'imagerie médicale

Les personnes âgées sont les plus importants consommateurs de soins de santé et d'imagerie médicale. Étant donné que 80 % des maladies surviennent dans les derniers 20 % de la vie, l'effet des projections démographiques est une énorme augmentation de la demande en soins de santé et en ressources, dont l'imagerie médicale. Les 9,8 millions de Canadiens de la génération des « baby-boomers », qui ont commencé à atteindre la cinquantaine en 1997, ne feront qu'empirer la situation.

L'effet des changements médicaux sur l'imagerie médicale

La réforme des soins de santé s'est fait attendre et, dans la dernière décennie, s'est faite au détriment des investissements dans l'infrastructure, et ce, sans vraiment renouveler les méthodes de comptabilité et d'analyse obsolètes. Aux É.-U., moins de 3 % des coûts en soins de santé sont attribuables à la radiologie. Cependant, en raison des exigences fiscales, tous les paliers de gouvernement ont tenté d'économiser en réduisant les dépenses en capital destinées à l'immobilier, à la science de l'information et à la technologie. Ces mesures ne faisaient preuve d'aucune vision à long terme. L'industrie en général sait depuis longtemps qu'il s'agit d'investissements stratégiques clés pour une entreprise qui veut demeurer concurrentielle. Malheureusement, c'est une leçon qui n'est pas souvent incorporée dans la mise au point de politiques de soins de santé.

Dans la perspective actuelle, les coupures dans les postes de formation d'il y a cinq ans manquaient de vision à long terme maintenant que les **pénuries en ressources humaines** et la dégradation de l'infrastructure technologique rendent difficile le recrutement et la conservation du personnel.

La médecine évolue elle aussi, entrant à grands pas dans une ère de **médecine moléculaire** et de génomique où les mécanismes des maladies sont analysés en tant que troubles intéressant les gènes et les molécules plutôt que les cellules ou les organes et les résultats finaux. Au cours des prochaines décennies, l'application de ces technologies dans la médecine entraînera une augmentation de la demande en imagerie médicale fonctionnelle.

Le mouvement de la médecine fondée sur l'expérience clinique laisse entrevoir une rationalisation de l'utilisation de l'imagerie médicale dans l'exercice de la médecine; si elle n'est pas utilisée efficacement, elle pourrait entraver la mise au point et l'introduction de nouvelles technologies.

L'effet des changements technologiques sur l'imagerie médicale

Les techniques d'imagerie, ou techniques radiologiques, ne comprennent plus seulement les méthodes diagnostiques, mais également les traitements faisant appel aux méthodes de guidage par l'image. De plus en plus, elles ne dépendent plus seulement de la technologie de diagnostic, mais également de la science de l'information, de la réseautique, des techniques de distribution et d'archivage des images, de la mise au point d'agent de contraste, de l'instrumentation et des traitements faisant appel à l'énergie physique aussi différents que les ultrasons haute fréquence, le rayonnement radioélectrique, etc. Non seulement ces technologies constituent-elles des débouchés pour l'industrie canadienne, mais leur application représente une direction stratégique par laquelle, en partie du moins, d'excellents soins de santé peuvent être offerts aux Canadiens malgré la diminution importante des ressources que laisse entrevoir l'avenir rapproché.

Entre-temps, des approches nouvelles, plus interventionnistes, face à des maladies comme les accidents vasculaires cérébraux augmenteront également la demande. Parallèlement, les innovations technologiques créent leurs propres demandes en matière d'utilisation de techniques de diagnostic et d'intervention (non disponibles jusqu'à présent) afin de dépister et de traiter les maladies.

Conclusions et recommandations

La technologie de l'imagerie médicale a un potentiel énorme pour ce qui est de contribuer à l'amélioration des soins de santé dans ce nouveau siècle et pourra également, très certainement, contribuer à alléger certaines contraintes financières auxquelles font face les soins de santé. En même temps, il existe des problèmes de taille en matière d'intégration de l'imagerie et d'autres techniques dans le système de soins de santé actuel qui doivent être résolus.

Afin de régler ces problèmes, le groupe de travail sur les « besoins futurs en imagerie dans les soins de santé » propose les recommandations suivantes :

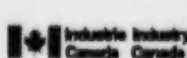
1. **L'industrie canadienne doit être consciente des débouchés possibles en analyse, transmission et stockage d'images médicales. Ces débouchés dépendront de plus en plus de technologies (i.e. compression d'images, technologie de transmission à large bande, etc.) autres que celles qui sont utilisées principalement pour la génération d'images.**
2. **La société et les personnes chargées d'établir les politiques en matière de soins de santé doivent se rendre compte de la nécessité de planifier une augmentation de la capacité d'imagerie dans l'avenir. Il est impératif de compenser pour les années de sous-financement des investissements en capital et des infrastructures des hôpitaux et des cliniques du Canada afin de résoudre le problème de pénurie de main-d'œuvre en radiologie. Il est nécessaire d'élaborer des stratégies visant à garder et à rapatrier les radiologistes canadiens.**
3. **Il faut doter le système de soins de santé d'outils budgétaires et de systèmes financiers qui permettront et faciliteront l'intégration des innovations technologiques rentables. Le financement des soins de santé, y compris l'amortissement des coûts d'investissement, doit être stable, prévisible et indépendant des incertitudes politiques.**

[Retour à la PAGE PRINCIPALE](#)

[Aide](#) [Quoi de neuf](#) [Carte du site](#) [Opinion](#) [Contexte](#) [English](#) [Haut de la page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>



GT 1 - Rapport final du groupe de travail

Partie 1 : INTRODUCTION

[► Objectif](#)[► Membres](#)[► Contexte : Les techniques radiologiques \(imagerie diagnostique\)](#)[► Aperçu](#)

Objectif

L'objectif du groupe de travail « Besoins futurs en imagerie dans les soins de santé » est d'examiner, sur le plan mondial, les avenues des soins de santé, ainsi que de leur prestation, des demandes cliniques, des besoins et des tendances du marché, des changements en matière de prévalence de maladies et de données démographiques dans le but :

- d'examiner le *statu quo*;
- de cibler toute lacune en matière de technologie habilitante;
- d'offrir un contexte aux innovations industrielles;
- d'améliorer la qualité et le caractère opportun des soins aux patients;
- de faciliter la planification pour les autorités des domaines public et privé chargées d'établir des politiques.

Une période de cinq ans, dix ans dans le cas des perspectives à long terme, a été utilisée, bien qu'il soit entendu que toute prévision dépassant cinq ans, dans un domaine en évolution, est, par nature, très spéculative. La technologie actuelle, sa dissémination et sa pénétration ont servi de référence afin d'évaluer les besoins futurs et l'effet de la technologie sur la qualité des soins. Finalement, le groupe de travail s'est intéressé aux besoins en matière de technologie de l'information et des communications relativement aux besoins cliniques.

Membres

Le groupe de travail « Besoins futurs en imagerie dans les soins de santé » est composé de représentants de l'industrie, de médecins, de techniciens et de chercheurs. Voir la liste complète des membres à l'Annexe A.

Contexte : Les techniques radiologiques (imagerie diagnostique)

Observer le corps humain de l'intérieur, pour diagnostiquer les maladies et pour guider les biopsies et autres chirurgies, est devenu l'une des pratiques de base de la médecine au cours des 105 dernières années, depuis que Röntgen a découvert les rayons X^{1, 2}. Par la suite, le terme radiologie a pris une acception plus large, intégrant l'utilisation de nombreux types de rayonnement électromagnétique (ultrasons, rayonnement gamma, champs magnétiques et rayonnement radioélectrique, etc.) afin de créer des images diagnostiques plus précises du corps et des maladies¹. Les différents types d'énergie utilisés et les différentes spécialités (radiologie, médecine nucléaire, physique médicale, pharmacie nucléaire, science de l'information, etc.) ont entraîné la création de services hospitaliers et de départements universitaires appelés « imagerie diagnostique », « radiologie » ou « techniques radiologiques ». Aucune appellation trouvée jusqu'à présent est totalement satisfaisante en raison des changements phénoménaux survenus, particulièrement au cours des trente ou quarante dernières années.

La puissance des ordinateurs d'aujourd'hui, qui permet d'afficher rapidement des coupes sectionnelles du corps en faisant appel à des technologies comme l'échographie, la tomographie assistée par ordinateur (TAO), la tomographie d'émission monophotonique (TÉM), la tomographie par émission de positron (TÉP) ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM), a été essentielle à la croissance des nouvelles technologies. Cependant, aussi essentiel fut le déplacement de l'imagerie des laboratoires au chevet des patients. La radiologie d'il y a quarante ans offrait une quantité limitée d'information diagnostique à un médecin voulant préciser un diagnostic à partir des maladies dont les symptômes correspondaient à ceux que présentait son patient. Au début du XXI^e siècle, l'imagerie n'est pas utilisée seulement pour identifier des lésions, beaucoup mieux qu'avant, mais également pour guider l'aiguille au cours d'une biopsie; non seulement pour repérer un abcès, mais pour en guider le drainage; non seulement pour trouver un vaisseau sanguin obstrué, mais pour guider sa dilatation; etc.

Il est évident que l'imagerie peut remplacer certaines interventions chirurgicales coûteuses (biopsies, drainages, interventions exploratoires) et qu'elle a grandement contribué à diminuer considérablement la durée d'hospitalisation d'un patient alors que les hôpitaux doivent s'ajuster aux réalités financières du nouveau siècle. Dans ce sens, l'imagerie diagnostique est un outil stratégique essentiel aux soins de santé de l'avenir. Les plus récentes technologies (TAO, IRM, TÉP, etc.) produisent des images de nature numérique; d'ailleurs, la radiologie en général délaisse la pellicule en tant que médium. Il en résulte donc une spécialisation intimement liée aux technologies de l'information pour ce qui est du stockage et du transfert des images³. Les débouchés qui découlent de cette association sont pratiquement infinis.

Aperçu

Le présent chapitre est divisé en cinq parties :


1. Introduction
2. L'effet des changements démographiques
3. L'effet des changements médicaux
4. L'effet des changements technologiques
5. Conclusions et recommandations

Ce chapitre contient également une liste de références et de nombreuses annexes.

Retour à la PAGE PRINCIPALE

[Aide](#) [Quoi de neuf](#) [Carte du site](#) [Opinion](#) [Contexte](#) [English](#) [Haut de la page](#)

Canada
<http://strategis.ic.gc.ca>

 Industrie Canada	Technologie de l'imagerie médicale	Stratégis			
Aide	Quoi de neuf	Carte du site	Opinion	Contacte	English
Passer à Menu principal			Recherche dans Stratégis		
Information d'affaires par secteur					
Industries de la santé					

Auteur - Industrie Canada - Direction générale des sciences de la vie - Industries de la santé

Date de diffusion - 1999-08-03

GT 1 - Rapport final du groupe de travail

Partie 2 : L'EFFET DES CHANGEMENTS DÉMOGRAPHIQUES SUR L'IMAGERIE MÉDICALE

- ▶ [Données démographiques sur la population mondiale](#)
- ▶ [Tendances démographiques mondiales](#)
- ▶ [Causes de décès les plus courantes](#)
- ▶ [L'effet sur les méthodes de dépistage et de traitement des causes les plus fréquentes de décès et de maladie](#)
- ▶ [L'effet des innovations techniques et médicales sur le dépistage et le traitement des principales causes de maladie et de décès](#)

Données démographiques sur la population mondiale

Une caractéristique que partagent les sociétés des pays industrialisés en l'an 2000 est le fort pourcentage de personnes âgées. En raison de l'augmentation de l'espérance de vie, cette proportion continue d'augmenter. Afin d'évaluer le rôle futur de l'imagerie médicale dans les soins de santé, il est utile d'examiner la demande en service actuelle comparativement aux données démographiques, puis de la pondérer en fonction des projections des tendances démographiques nationales et mondiales. Les données démographiques de 1999 des Nations Unies indiquent qu'au Japon, en Europe de l'Ouest et au Royaume-Uni, de 20 à 24 % de la population a plus de 60 ans. En Amérique du Nord, en Chine, en Russie et en Australie, le pourcentage de la population de plus de 60 ans oscille entre 10 et 19 %, alors que dans les pays en développement, le pourcentage est évalué entre 0 et 9 %⁴. Un bon nombre de maladies prévalent chez les personnes âgées⁵. Il en résulte que plus d'interventions d'imagerie par personne sont effectuées sur des adultes que sur des enfants et plus sur les adultes plus âgés que sur les plus jeunes. Conséquemment, la demande en imagerie croît au même rythme que la population de personnes âgées.

Tendances démographiques mondiales

Les données démographiques des Nations Unies indiquent qu'en 2050, au Japon, en Europe de l'Ouest et de l'Est, en Russie et en Chine, la proportion de la population de plus de 60 ans dépassera les 30 %. Aux États-Unis et en Australie, elle se situera entre 25 et 29 %, alors qu'en Amérique du Sud, en Inde et au Moyen-Orient, le pourcentage atteindra de 20 à 24 %. Ce pourcentage se situera entre 0 et 19 % dans la plupart des pays d'Afrique⁴.

Il semblerait qu'en général, l'espérance de vie dans l'hémisphère nord augmentera en raison des percées en technologie médicale et dans la lutte contre les maladies. Dans le cas des pays en développement, les antécédents de prévalence des maladies se perpétueront; la répartition de la population y sera classiquement illustrée par une pyramide, alors que dans les pays développés, le graphique ressemblera plutôt à une colonne ou à une ampoule au fur et à mesure que les << baby-boomers >> vieilliront. Au Canada, ils sont 9,8 millions, les premiers d'entre eux ayant atteint la cinquantaine en 1997. Cette donnée, ajoutée à la tendance mondiale au vieillissement, taxera de façon significative le système de santé canadien⁶, une partie non négligeable de la demande provenant de l'imagerie diagnostique.

Causes de décès les plus courantes

Il existe également des données sur les causes de décès les plus courantes selon le groupe d'âges. Il serait fastidieux de faire un inventaire complet de ces données, mais des tendances sont quand même évidentes (voir les Annexes C et D pour des renseignements supplémentaires). En 1997, aux États-Unis, les accidents étaient la cause de décès la plus courante chez les groupes d'âges 1 à 4 ans, 5 à 14 ans, 15 à 24 ans et 25 à 44 ans. Chez les 45 à 64 ans, le cancer était au premier rang, alors que chez les 65 ans et plus, il s'agissait des maladies cardiaques. Les maladies cardiaques et certaines tumeurs malignes constituent les cinq principales causes de décès dans la population en général âgée de plus de un an. Les 15 plus importantes causes de décès en 1997 comptaient pour 84,6 % de tous les décès aux États-Unis⁷.

Des données sur les causes de décès les plus courantes peuvent aider les médecins et les fabricants à prendre des décisions stratégiques visant à orienter leurs efforts. Les fabricants se concentreront certainement sur la mise au point d'équipement et d'accessoires permettant aux médecins de diagnostiquer les maladies et d'évaluer leur évolution. Les médecins choisiront de l'équipement et des accessoires qui conviendront le mieux à leur spécialité et au type de patient qui les consulte.

L'effet sur les méthodes de dépistage et de traitement des causes les plus fréquentes de décès et de maladie

En raison du vieillissement de la population dans les quatre à dix prochaines années, la proportion de personnes de 65 ans et plus augmentera significativement, comme il a été expliqué précédemment. Il y aura donc, par le fait même, plus de patients présentant les maladies qui sont les trois causes de décès les plus courantes : maladies cardiovasculaires, accidents vasculaires cérébraux et tumeurs malignes. Il faudra avoir recours à l'imagerie pour dépister la maladie chez ces patients, pour la diagnostiquer, pour en déterminer le stade d'évolution et pour la traiter. Voici une description plus détaillée des techniques d'imagerie utilisées dans le cas des maladies cardiovasculaires et vasculaires cérébrales ainsi que dans le cas des cancers les plus répandus.

Maladies cardiovasculaires : L'un des besoins les plus importants est la détection d'une maladie athéroscléreuse des coronaires sous forme de calcification et de sténose coronaires à l'aide de méthodes non effractives comme la TAO ou l'IRM. Il est aussi important d'étudier l'effet des maladies coronariennes occlusives sur l'irrigation et la fonction cardiaque telles qu'elles sont mesurées par la contractilité et par le flux sanguin, en utilisant toujours des méthodes non effractives comme l'échographie, l'IRM et l'imagerie isotopique (médecine nucléaire) ^{8, 9}.

Maladies vasculaires cérébrales : Les maladies liées aux vaisseaux sanguins irriguant le cerveau sont associées à un haut taux de morbidité et à des coûts importants pour le système de soins de santé. Des efforts seront faits tant du côté d'une détection précise et non effractive des maladies cérébrales occlusives que d'un traitement efficace et sûr aux premiers stades de la maladie. La détection de maladies occlusives de la carotide et de l'artère vertébrale sera effectuée à l'aide de méthodes non effractives, comme l'ultrasonographie Doppler et l'angiographie par résonance magnétique. De plus, des méthodes d'imagerie sont nécessaires afin d'évaluer les effets des maladies vasculaires cérébrales occlusives chroniques sur le parenchyme cérébral, comme l'évaluation de l'irrigation du cerveau par IRM fonctionnelle. Les résultats de ces études seront utiles dans la sélection de la meilleure méthode de revascularisation pour traiter la maladie.

Le diagnostic et le traitement des accidents vasculaires cérébraux constituent un autre besoin de plus en plus important. L'accent sera mis sur le dépistage précoce, puis sur un diagnostic et un triage rapide, suivis d'un traitement par agent neuroprotecteur ou thrombolytique. Les principales méthodes d'imagerie dans le cas d'un accident vasculaire cérébral aigu sont la TAO et l'IRM; elles permettent une évaluation morphologique et fonctionnelle du cerveau. La quantification de l'étendue des dommages réversibles et irréversibles au parenchyme cervical, ainsi que l'étude de la morphologie des vaisseaux touchés sont nécessaires. De plus, une analyse biochimique des tissus ischémiés peut être obtenue à l'aide de la spectroscopie par RM. Une fois un diagnostic établi, un traitement par interventions guidées par l'image combinant l'angiographie numérique et la TAO ou l'IRM, ou les deux, est entrepris ¹⁰.

Tumeurs : Les tumeurs malignes mortelles les plus courantes sont celles du poumon, du côlon et du rectum, de la prostate et du sein. Les efforts seront concentrés sur l'établissement des personnes à risque, le dépistage et le classement par stade rapides ainsi que la surveillance de la réponse au traitement. Les changements de nature démographique feront en sorte qu'il y aura plus de personnes à risque pour certains types de tumeur maligne, particulièrement le cancer colorectal. L'imagerie joue déjà un rôle important dans le dépistage du cancer du sein. Elle jouera également un rôle essentiel dans le dépistage du cancer colorectal. Une fois qu'un cancer est détecté, l'imagerie sera utilisée pour faire le suivi et la surveillance de la réponse au traitement. De plus, de nouveaux traitements, comme la cryothérapie et diverses formes d'ablation de tissus par la chaleur (laser, rayonnement radioélectrique, ultrasons focalisés) sont en cours de mise au point et feront appel à des techniques d'imagerie afin de les guider avec précision ¹¹.

La détermination des stades des cancers se fera au moyen de la TAO, de l'IRM et, de plus en plus, de la tomographie par émission de positron (TÉP). L'étude de la biologie tumorale et de la réponse de la tumeur au traitement dépendra des innovations en radiopharmacie ¹² et en IRM fonctionnelle, ou dans les deux domaines ¹³.

L'effet des innovations techniques et médicales sur le dépistage et le traitement des principales

causes de maladie et de décès

L'effet des innovations médicales et technologiques sur les techniques d'imagerie utilisées pour dépister et traiter les maladies cardiovasculaires et vasculaires cérébrales ainsi que les tumeurs malignes courantes est important. Les percées en médecine exigent maintenant des techniques d'imagerie très précises et, en même temps, non effrayantes qui fourniront des données qualitatives et quantitatives sur la morphologie et les fonctions. En fait, dans le cas des maladies cardiaques par exemple, il n'est pas rare que les innovations technologiques entraînent des changements dans les protocoles médicaux.

L'un des objectifs de longue date des soins de santé est le dépistage rapide des maladies, au stade où elles peuvent être traitées le plus facilement. Pour ce faire, les tests de dépistage doivent être très précis, peu coûteux et acceptés par les patients ¹⁴. Pour le moment, le seul test utilisé couramment dans ce contexte est la mammographie. Les méthodes de reconstruction d'image ont été mises au point afin de pouvoir effectuer des bronchoscopies et des colonoscopies virtuelles; des méthodes semblables pourraient être utilisées dans d'autres parties du corps. De telles méthodes, qui remplacent les examens de contraste et les endoscopies, lesquels exigent la présence constante d'un médecin, pourraient être utilisées dans le cadre de nouvelles mesures de dépistage. De même, des modifications techniques comme le remplacement de la radiographie thoracique par la TAO spiralée, sujettes à une étude de rentabilité, pourraient améliorer le diagnostic rapide du cancer des poumons ¹⁵.

Maladies cardiovasculaires : La TAO à capteurs multiples permet maintenant d'obtenir des images à haute résolution et d'effectuer des évaluations rapides de la calcification coronaire. La RM cardiaque a également évolué énormément au cours des dernières années. La recherche se poursuit afin de mettre au point une méthode d'angiographie coronaire par administration d'agent de contraste. En même temps, il est maintenant possible d'effectuer une évaluation morphologique et fonctionnelle du myocarde par IRM, incluant un examen de l'irrigation à l'aide de nouveaux agents de contraste et la détermination de la contractilité régionale et globale ainsi que le débit cardiaque, particulièrement au moyen d'appareils conçus à des fins d'examens cardiaques ^{8, 9}.

Maladies vasculaires cérébrales : L'IRM crânienne est un exemple de technique d'imagerie qui permet maintenant d'effectuer une évaluation complète du cerveau. Des protocoles d'imagerie des accidents vasculaires cérébraux ont été mis au point. Ceux-ci comprennent des séquences d'impulsions standard afin d'évaluer la morphologie; des séquences d'impulsions de diffusion et de perfusion, afin d'évaluer la pénombre ischémique et l'angiographie par IRM, afin d'évaluer la perméabilité des vaisseaux sanguins. L'ajout de la spectroscopie par résonance magnétique (SRM) permet d'étudier les métabolites du cerveau *in vivo*. L'imagerie d'un accident cérébral vasculaire par IRM est un exemple de nouvelle méthode d'imagerie à valeur ajoutée qui permet d'obtenir des données quantitatives et qualitatives sur la morphologie et les fonctions. Il s'agit d'une conséquence de l'innovation technologique qui entraîne une amélioration du traitement médical et de son résultat. Il est maintenant possible de détecter avec précision, par IRM, une sténose de la carotide grâce à la mise au point de séquences d'impulsions plus rapides utilisées de concert avec l'injection d'un agent de contraste. Grâce aux séquences d'impulsions standard de diffusion et de perfusion, il est possible d'effectuer une évaluation morphologique et fonctionnelle du cerveau au cours du même examen ¹⁰.

Tumeurs : Le dépistage du cancer des poumons et du cancer colorectal constitue un autre exemple de l'effet potentiel des innovations technologiques et médicales sur les techniques utilisées. Comme il

a déjà été mentionné, le dépistage du cancer des poumons, ou de toute autre forme de cancer, requiert un test extrêmement sensible. Un tel test est possible grâce à la TAO à capteurs multiples, qui offre une plus grande sensibilité que la radiographie thoracique pour détecter des nodules aux poumons. Des percées en TAO permettent également d'effectuer des colonoscopies virtuelles, qui constitueraient une autre méthode non effractive de dépistage du cancer colorectal. Sujettes à une démonstration de leur rentabilité, ces méthodes pourraient être couramment utilisées dans l'avenir ¹⁶. Au Canada, une utilisation plus courante de la TEP dans la classification par stades des cancers nécessite la mise sur pied d'un réseau national de distribution de [F-18]-fluorodésoxyglucose, comme celui mis en place aux É.-U.

Retour à la PAGE PRINCIPALE

[Aide](#) [Quoi de neuf](#) [Carte du site](#) [Opinion](#) [Contexte](#) [English](#) [Haut de la page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>



GT 1 - Rapport final du groupe de travail

Partie 3 : L'EFFET DES CHANGEMENTS MÉDICAUX SUR L'IMAGERIE MÉDICALE

► [La réforme des soins de santé](#)

► [Ressources humaines](#)

► [Médecine et biologie moléculaire](#)

► [Le mouvement de la médecine fondée sur l'expérience clinique](#)

La médecine, au début du XXI^e siècle, est dans une phase de transition. Il a été dit que les soins aux patients changeront plus au cours des 20 prochaines années qu'au cours des 2 000 dernières ¹⁷. Cette perception fait référence aux changements dans la nature de la médecine et de la biologie, mais également au contexte de société dans laquelle la médecine est pratiquée et dans laquelle les soins sont délivrés aux patients.

La réforme des soins de santé

Amélioration des soins – augmentation des coûts : Au cours des dernières années, les innovations médicales ont fait en sorte de modifier de façon importante la progression d'un bon nombre de maladies et leur issue. Le coût des soins a connu une hausse proportionnelle aux innovations, et ce, malgré les stratégies préventives, comme le remplacement des poumons d'acier comme traitement des personnes atteintes de poliomyélite par un vaccin pour prévenir l'apparition de la maladie. Les populations vieillissantes ont augmenté la demande de soins dans un système fonctionnant au-delà de ses capacités afin d'atteindre ses objectifs. Au même moment, nombre de pays, dont le Canada, fonctionnaient avec un budget déficitaire et doivent maintenant revoir leurs priorités sociales et fiscales. Ces nouvelles priorités, par exemple la réduction du déficit et l'augmentation des sommes allouées à l'éducation dans les pays soucieux de demeurer concurrentiels mondialement, ont eu un effet sur les sommes investies dans les soins de santé.

Dans la plupart des pays occidentaux, les ressources en soins de santé font l'objet d'une grande préoccupation. Au Canada, les longues listes d'attente, les salles d'urgence surpeuplées, les installations désuètes, les faibles réinvestissements et les patients qui vont se faire soigner aux É.-U. sont devenus des sujets d'actualité quotidiens ¹⁸.

Réduction des réinvestissements : Au Canada, ces contraintes fiscales ont entraîné une réduction du réinvestissement dans le système de soins de santé. Les hôpitaux, particulièrement, ont souffert de ces mesures étant donné que, dans un bon nombre de cas, les installations et l'équipement étaient déjà désuets et inadéquats. C'est pour cette raison que les hôpitaux ont peu investi dans les technologies de l'information de pointe, technologies qui sont de plus en plus essentielles au fur et à mesure que progresse la réforme des soins de santé. Le Canada demeure dans les six premiers pays quant aux dépenses en santé relativement au produit national brut. Pourtant, toutes les mesures existantes indiquent que le pays a le pire dossier en matière d'investissement en technologie, parmi les pays industrialisés et même dans un sens plus large ^{19, 20}. Il serait facile de conclure que ce paradoxe est dû, du moins en partie, à une non réalisation de l'augmentation d'efficacité qu'entraînerait l'utilisation appropriée de la technologie.

Technologie en évolution : Parallèlement aux changements inhérents au système de soins de santé, l'émergence de puissants outils diagnostiques (TAO, IRM, TEP, entre autres) ainsi que d'agents et de techniques thérapeutiques (antibiotiques, antiviraux, psychotropes, chirurgie effractive minimale, entre autres) a été associée à des changements dans la relation médecin-patient. Bien que la médecine, selon nombre de sources, demeure une profession respectée, les patients (maintenant souvent appelés clients) s'attendent à participer plus activement à leur traitement ²¹. L'accès public à Internet, avec toutes ses limites en tant que source d'information médicale, confère des pouvoirs auxquels les patients ont accès pour la première fois.

Face à ces puissantes forces sociales, il est maintenant coutume d'imputer les coûts exorbitants des soins de santé à la technologie – ces appareils coûteux et leur utilisation constituent un bouc émissaire évident pour cette escalade des coûts. Les appareils d'imagerie, comme les appareils de TAO et d'IRM, coûtant chacun quelques millions de dollars, sont peut-être les dépenses les plus évidentes. Pourtant, la radiologie compte pour moins de 3 % des coûts de soins de santé aux É.-U. Il serait difficile de perpétuer l'argument imputant l'augmentation des coûts à la technologie. Par contre, le concept d'économie des coûts grâce à la technologie, expliqué précédemment, mérite d'être étudié plus en profondeur ^{22, 23}.

Le financement vertical (<< Silo-Funding >>) dans un système utilisant des méthodes comptables archaïques : Le climat fiscal dans lequel la médecine est pratiquée au Canada en l'an 2000 empêche tout changement, toute innovation et l'application de technologies rentables. L'imposition de plafonds de revenu dans une structure établie de spécialités rend l'innovation difficile dans une seule spécialité, même s'il en résulte une économie nette, puisque cette innovation serait peut-être financée au détriment d'une autre spécialité en raison de la rigidité du budget global. Concrètement, il en résulte que les médecins ont été forcés, dans un contexte protectionniste, de refouler les innovations technologiques puisqu'ils devraient en payer la mise en œuvre à partir de leur propre salaire. Si cette situation d'isolement des spécialités persiste, la médecine, et le public, en souffriront, car en mettant en veilleuse l'adoption de techniques innovatrices, on empêche l'instauration de changements rentables.

Juste au moment où les méthodes de radiologie évoluent de façon à contribuer à la résolution des problèmes du nouvel environnement fiscal issu de la réforme du système de santé, l'approche globale de la budgétisation et le financement vertical en minent le progrès. La radiologie interventionnelle, par exemple, a favorisé la création de méthodes qui, jusqu'à présent, exigeaient l'hospitalisation des patients et du temps en salle d'opération et qui, maintenant, peuvent être exécutées au service de radiologie sur des patients en consultation externe. Les économies réalisées, malgré les importants investissements, sont réelles; il est cependant difficile de s'en rendre compte sans une perspective globale. Toute projection de l'avenir de l'imagerie doit supposer que cette tendance se poursuivra. Il est cependant difficile d'innover. Par exemple, d'importantes sommes sont consacrées actuellement au traitement des névroses et des psychoses. Ce type de traitement est pratiquement toujours administré par essais et erreurs. Si les techniques d'imagerie fonctionnelle atteignent leur plein potentiel et permettent d'établir une classification des maladies psychiatriques de façon à pouvoir associer un traitement à un trouble précis, les économies, sur les plans médical et social, seraient énormes. Comment ce potentiel pourra-t-il être exploité, du moins développé? Les méthodes archaïques de financement des soins de santé et de la technologie médicale doivent être revues afin d'assurer plus de souplesse dans l'avenir.

Ressources humaines

Les incertitudes de la dernière décennie ont entraîné une diminution du nombre de radiologistes de formation (comme dans toutes les autres spécialités médicales). En rétrospective, les coupures dans les postes de formation n'étaient pas à propos. Une récente enquête de l'Association canadienne des radiologistes indique une pénurie nationale croissante de radiologistes. Selon les variables utilisées dans l'analyse de sensibilité, il pourrait manquer jusqu'à 100 radiologistes à l'échelle nationale ²⁴. Il est important d'indiquer que ce chiffre n'est pas obtenu en calculant une proportion de radiologistes par habitant, mais plutôt en fonction de la demande des hôpitaux et des collectivités qui cherchent à engager des radiologistes. La situation est empirée par le petit, mais constant, nombre de médecins et de radiologistes qui émigrent. Dans ce contexte, la technologie désuète et insuffisante est un argument de plus en faveur de l'émigration. Les radiologistes canadiens récemment diplômés ont été formés pour travailler sur des appareils de pointe et, souvent, ne peuvent pas trouver de travail convenable dans leur propre pays.

Médecine et biologie moléculaire

Imagerie fonctionnelle : Les premières images de Röntgen (de la main de son épouse) illustraient l'anatomie du squelette humain. À cette époque, ces images étaient remarquables du fait qu'elles révélaient des structures qui n'étaient pas accessibles chez une personne vivante auparavant. Au cours des 100 ans qui ont suivis, les technologies d'imagerie ont permis d'améliorer de façon significative l'étude des structures. Les techniques d'imagerie ont également été utilisées afin d'étudier les fonctions des tissus et des organes, en commençant avec les techniques de médecine nucléaire, dont la tomographie d'émission monophotonique (TÉM) et la tomographie par émission de positrons (TÉP), puis l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) et la spectroscopie par résonance magnétique (SRM). La surveillance *in vivo* des traitements géniques, l'imagerie antisens ainsi que d'autres mesures constituent des arguments en faveur de l'amélioration de l'imagerie fonctionnelle, bien qu'il soit maintenant évident que la TÉP supplante, sur le plan de la rentabilité, les autres techniques d'imagerie, par exemple, dans le cas de la classification par stades de différents cancers ²⁵.

Interventions effractives minimales guidées par l'image : Les techniques d'imagerie ont été mises au point parallèlement à l'avènement d'une autre tendance entraînée par la réforme des soins de santé. En raison des pressions exercées sur les hôpitaux afin de réduire la durée de séjour des patients ainsi que le temps en salle d'opération accordé aux chirurgies exploratoires, l'accent a été mis sur les chirurgies effractives minimales (p. ex., cholécystectomie laparoscopique) et les interventions effractives minimales guidées par l'image, comme les biopsies, les drainages et les angioplasties percutanées. En plus d'être très avantageuses pour le patient, ces interventions sont très rentables ^{26, 27, 28}. Il existe bien d'autres exemples de techniques d'imagerie stratégiques qui permettent de réduire les coûts du système en diminuant la durée de séjour des patients et le temps d'utilisation des salles d'opération conventionnelles.

Imagerie pharmacothérapeutique : Traditionnellement, les nouveaux médicaments sont testés dans le cadre d'études importantes et coûteuses de mesure de résultat. Des méthodes radiologiques d'étude des médicaments *in vivo* sont maintenant examinées. De plus, au fur et à mesure que le prix des médicaments augmente, il y aura une demande de plus en plus forte pour déterminer l'efficacité du médicament aux premiers stades de la maladie. La chimiothérapie contre le cancer, par exemple, est extrêmement coûteuse. Pour l'instant, les techniques de mesure de réponse de la tumeur au traitement sont peu coûteuses, mais très peu sensibles : par exemple, la mesure de la diminution potentielle d'une tumeur à partir d'une radiographie thoracique après huit ou douze semaines de traitement. En matière d'économies globales, il serait plus pratique d'utiliser des tests fonctionnels d'évaluation de la réponse de la tumeur plus sensibles dès les premiers stades de la maladie ^{12, 29}.

Le mouvement de la médecine fondée sur l'expérience clinique

Par le passé, la médecine a toujours été enseignée par l'apprentissage. La naissance récente d'un mouvement encensé, de façon éclairée, les méthodes diagnostiques et les traitements a entraîné une remise en question des spécialités redondantes ou non pertinentes. De fait, le besoin d'adopter un mode de pensée critique ne s'est manifesté que récemment parce qu'il y a moins de 100 ans, les médecins avaient encore très peu d'outils efficaces à leur disposition. Bien que l'influence du mouvement de la médecine fondée sur l'expérience clinique ait mené à une réduction de l'utilisation de certaines interventions et à l'élimination d'autres en raison de leur redondance, son effet sur les innovations en radiologie n'est pas entièrement négatif ³⁰. L'utilisation de lignes directrices fondées sur l'informatique et la prise de décisions feront appel à la technologie, mais vont rationaliser davantage la pratique de la médecine. De fait, à long terme, les dossiers informatisés contenant des données en ligne sur l'effet d'interventions sur le traitement et les résultats engendreront des applications interactives en temps réel fondées sur l'expérience clinique qui influenceront sur la façon dont les soins médicaux sont délivrés et la médecine est pratiquée ³¹.

Retour à la PAGE PRINCIPALE

[Aide](#) [Quoi de neuf](#) [Carte du site](#) [Opinion](#) [Contexte](#) [English](#) [Haut de la page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>



Technologie de l'imagerie médicale

Strategis

[Aide](#)[Quoi de neuf](#)[Carte du site](#)[Opinion](#)[Contexte](#)[English](#)Passer à [⇒ Menu principal](#)[⇒ Information d'affaires par secteur](#)[⇒ Industries de la santé](#)[Recherche dans Strategis](#)

Auteur - Industrie Canada - Direction générale des sciences de la vie - Industries de la santé

Date de diffusion - 1999-08-03

GT 1 - Rapport final du groupe de travail

Partie 4 : LES EFFETS DES CHANGEMENTS TECHNOLOGIQUES SUR L'IMAGERIE MÉDICALE

► Le statu quo

► Changements technologiques

● <u>Imagerie et spectroscopie par résonance magnétique</u>	● <u>Échographie</u>	● <u>TAO</u>
● <u>Radiographie – imagerie par rayons X simple</u>	● <u>Radiographie par ordinateur / radiographie numérique</u>	● <u>Affichage, transmission et stockage de l'information</u>
● <u>Diagnostic assisté par ordinateur</u>	● <u>Médecine nucléaire</u>	● <u>Techniques d'optique et optoélectronique</u>
● <u>Diagnostic, intervention et traitement effractifs minimaux guidés par l'image</u>	● <u>Nouveaux signaux</u>	● <u>Systèmes à modalités multiples</u>

Le statu quo

Le *statu quo* n'a rien de rassurant ^{19, 20, 32}. Le Canada possède 8,1 appareils de TAO par million d'habitants alors que la moyenne de l'OCDE est de 12,9. Pour atteindre la moyenne de l'OCDE, le Canada doit installer 144 nouveaux appareils de TAO. De plus, le Canada possède 1,7 appareil

d'IRM par million d'habitants. Pour atteindre la moyenne de l'OCDE, qui est de 4,3 par million d'habitants, il faudrait installer 75 nouveaux appareils d'IRM à travers le pays. Le Canada possède moins de 3 % de tous les appareils de TEP dans le monde; les É.-U. en possèdent 40 %, l'Europe, 40 % et le bassin du Pacifique, 11 %. En tenant compte de cela, le Canada ne devrait installer que 6 nouveaux appareils de TEP. Cependant, puisque la plupart des appareils canadiens sont de petite taille (capable uniquement de générer des images de la tête) et qu'ils sont utilisés aux seules fins de la recherche, le nombre d'appareils à installer en vue d'une utilisation en clinique est plus près de 12. Une récente étude menée en Ontario, par les partisans de la TEP il est vrai, indique que dans cette province seulement, il faudrait installer de 9 à 12 appareils (voir l'Annexe E pour obtenir de plus amples renseignements).

Le Fraser Institute a analysé le degré de pénétration de la technologie au Canada, comme l'a fait Rankin à propos de l'IRM ^{19, 20}. Les deux analyses classent le Canada au dernier rang des pays industrialisés en matière d'adoption de la technologie d'imagerie. De fait, le déficit est si grand que le Canada possède moins d'appareils de diagnostic qu'un bon nombre de pays en développement.

Il faut préciser que ces analyses peuvent être critiquées. Le décompte du nombre d'appareils par habitant n'indique pas la façon dont ces appareils sont utilisés. Cependant, si cette correction était appliquée, la situation du Canada serait encore pire : les appareils d'imagerie, principalement les appareils d'IRM, sont souvent financés par les provinces pour une certaine période de fonctionnement. De plus, en raison de l'absence de scénarios d'offre et de demande, il faut comprendre que, sur le plan mondial, aucune politique publique n'a été élaborée quant au nombre optimal d'appareils d'imagerie de haute technologie par habitant. Néanmoins, on peut tenir pour acquis que, puisque le Canada est dépassé tant par des pays ayant un niveau de développement semblable que par des pays en développement, il est fort peu probable que le nombre optimal ait été atteint.

Une étude³² de l'OCDE menée en 1997 / 1998 auprès d'hôpitaux de soins tertiaires et quaternaires indique que, non seulement le Canada présente des lacunes en matière de haute technologie reliée à l'imagerie, mais que les services cliniques hospitaliers ont des appareils tout aussi désuets les uns que les autres. Les risques de déviation systématique des réponses sont faibles puisque toutes les principales régions du Canada (les Maritimes, le Québec, l'Ontario, les Prairies et la côte Ouest) sont représentées. En tout, huit établissements ont été interrogés sur l'âge moyen de leurs appareils ainsi que leur nombre, le stock de biens d'équipement, le montant du capital réinvesti et le pourcentage de réinvestissement. Au cours de cette année financière, tous les établissements, certains plus que d'autres, sont sous la barre du 10 % per annum pour ce qui est du pourcentage de réinvestissement, un seuil qui serait considéré comme prudent dans d'autres industries. De fait, le pourcentage de réinvestissement moyen des huit établissements était de 5 %, dont deux étaient à 0 %; chez les autres, il se situait entre 5 et 9 % (voir l'Annexe F pour obtenir de plus amples renseignements).

Changements technologiques

Voici une liste des changements technologiques les plus susceptibles de survenir au cours des trois à cinq prochaines années. La liste est en partie classée par technique d'imagerie, mais certaines innovations touchent plus d'une modalité. Le cas échéant, les nouvelles technologies sont listées plus d'une fois.

En plus des changements propres aux appareils, certaines tendances générales se dessinent :

- l'intégration d'information et d'images provenant de différentes modalités;
- un plus grand rôle pour le guidage par l'image et la surveillance des techniques interventionnelles;
- l'expansion de l'imagerie au-delà de la représentation anatomique pour inclure de l'information fonctionnelle, physiologique, quantitative et dynamique;
- l'intégration de techniques de la biologie moléculaire, p. ex. : repérage de la distribution de sondes génétiques, distribution ciblée de matériel génétique, etc.;
- l'accent sur une représentation tridimensionnelle ou volumétrique plus rapide;
- une représentation plus détaillée et plus rapide par n'importe quelle technique d'imagerie grâce à des ordinateurs plus puissants;
- l'analyse d'images et l'aide à la décision informatisées.

Imagerie et spectroscopie par résonance magnétique : Mise au point d'une plus grande variété d'équipement et d'une plus grande gamme d'aimants et de systèmes, ce qui générera des débouchés dans la conception et la commercialisation d'instruments, d'accessoires et de logiciels de traitement d'images. De nouveaux agents de contraste pour IRM utilisés dans le cas d'évaluations dynamiques et fonctionnelles feront leur apparition; ceux-ci seront de plus en plus souvent utilisés avec des produits issus de la biologie moléculaire. L'IRM jouera un rôle considérable sur le plan clinique dans le cas du guidage et de la surveillance des interventions effractives minimales. Il y aura également des débouchés dans la mise au point et la fabrication d'instruments et d'équipement compatibles avec l'IRM ³³.

Échographie : D'importantes innovations sont prévues en échographie à la suite de la mise au point de nouveaux agents de contraste. Des modes de fonctionnement innovateurs et complexes seront mis au point afin d'exploiter ces nouveaux agents de contraste. En général, les instruments seront de plus en plus spécialisés, utilisant des fréquences plus hautes et des transducteurs plus complexes, et de plus en plus petits pour l'imagerie intravasculaire et interstitielle. Les systèmes seront de plus en plus portables ³⁴.

TAO : L'accent sera mis sur l'élaboration de techniques d'imagerie plus rapides, créant ainsi un besoin de nouveaux tubes à rayons X, de nouveaux capteurs, de nouvelles méthodes d'affichage de reconstruction d'image, etc. De l'équipement spécialisé, comme une TAO pour l'évaluation des traumatismes, un appareil sur arceau peu coûteux et des appareils mobiles sera mis au point. Les débouchés porteront sur la mise au point d'accessoires et d'instruments, principalement pour les études dynamiques ^{35, 36}.

Radiographie – imagerie par rayons X simple : Les innovations en technologie numérique toucheront autant les capteurs que les affichages. Les logiciels de traitement d'images auront de plus en plus d'utilisations cliniques. L'accent sera mis sur les systèmes plus petits, mobiles, et de nouveaux tubes à rayons X ainsi que d'autres sources de rayons X seront mis au point.

Radiographie par ordinateur / radiographie numérique : Le tandem pellicule-écran utilisé pour saisir des images radiographiques sera bientôt remplacé par un système de saisie numérique, de cette façon, des images provenant de différentes modalités pourront être intégrées à un dossier de patient électronique. L'introduction de scapteurs numériques jouera un rôle important dans la saisie d'images statiques (radiographie numérique) et d'images dynamiques (fluoroscopie numérique) ³⁷.

Affichage, transmission et stockage de l'information : Lorsque les rayons X simples et la fluoroscopie feront appel à la saisie numérique, les images provenant de toutes les techniques d'imagerie pourront être affichées par ordinateur, transmises instantanément à ceux qui en auront besoin et stockées sur un média numérique. Les progrès constants en réseautique et en technologie informatique permettront aux services d'imagerie d'élaborer de nouveaux modèles organisationnels faisant appel à de vastes réseaux mondiaux ainsi qu'à la décentralisation et à la mondialisation de l'imagerie médicale ³⁷.

Diagnostic assisté par ordinateur : Le diagnostic assisté par ordinateur sera l'un des avantages de la migration vers un format entièrement numérique. Des logiciels spécialisés seront mis au point afin d'aider les radiologistes et les autres cliniciens dans l'établissement d'un diagnostic. La possibilité d'amalgamer et d'afficher des images provenant de différentes modalités accélérera cette tendance.

Médecine nucléaire : L'une des technologies clés de la médecine nucléaire demeure la radiopharmaceutique; dans ce domaine, les techniques d'imagerie moléculaire sont appelées à jouer un grand rôle ¹². Les innovations en instrumentation continueront à suivre les tendances actuelles : la mise au point de systèmes spécialisés, comme des appareils de TEP peu coûteux et les caméras à rayonnement gamma à haute résolution ³⁸.

Techniques d'optique et optoélectronique : Les techniques faisant appel à la lumière visible (y compris les spectres ultraviolet et infrarouge) joueront un rôle plus important en imagerie médicale dans l'avenir. Les techniques axées sur la biologie moléculaire permettront de mettre au point des marqueurs précis (p. ex., des protéines fluorescentes) détectables à l'aide de sondes interstitielles afin d'évaluer les fonctions des tissus et les maladies s'attaquant à ceux-ci, et pourraient permettre d'effectuer des biopsies *in vivo*. Des innovations dans les techniques de diaphanoscopie et de tomographie optique assistée par ordinateur sont également à prévoir ³⁹.

Diagnostic, intervention et traitement effractifs minimaux guidés par l'image : Les techniques interventionnelles feront de plus en plus appel aux techniques d'imagerie, qui permettront de concevoir de nouvelles techniques interventionnelles et d'améliorer les techniques existantes. Les techniques de chirurgie effractives minimales d'un jour, qui permettent d'éviter l'hospitalisation, ou d'en réduire la durée, utiliseront divers outils d'imagerie et équipement chirurgical spécialisé. Les techniques d'ablation des tumeurs par la chaleur évolueront, et la robotique sera de plus en plus utilisée afin d'établir un pont entre l'imagerie et les techniques interventionnelles. De plus en plus, les sondes interstitielles seront utilisées comme capteurs à des fins de diagnostic et de surveillance ainsi que de guidage et de vérification de la délivrance d'agents de diagnostic et de traitement ⁴⁰.

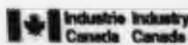
Nouveaux signaux : Il existe encore quelques fenêtres d'observations du corps qui pourraient être exploitées. Les cas les plus évidents sont la tomographie par impédance électrique et la magnétoencéphalographie (MEG), ainsi que l'imagerie optique à haute résolution.

Systèmes à modalités multiples : Des combinaisons de technologies intéressantes seront mises au point. Par exemple, combinées, les technologies de TAO et de TÉM, fonctionnant toutes deux en mode rotatoire, seront beaucoup plus efficaces qu'utilisées séparément. Les techniques d'angiographie par rayons X seront combinées aux techniques d'échographie, de TAO ou d'IRM afin d'offrir une meilleure définition du système vasculaire à des fins de diagnostic, de traitement et d'intervention. La MEG sera plus puissante si elle est combinée à la TEP ou à l'IRMf.

Retour à la **PAGE PRINCIPALE**

[Aide](#) [Quoi de neuf](#) [Carte du site](#) [Opinion](#) [Contexte](#) [English](#) [Haut de la page](#)

Canada
<http://strategis.ic.gc.ca>



Technologie de l'imagerie médicale

Strategis

[Aide](#)[Quoi de neuf](#)[Carte du site](#)[Opinion](#)[Contexte](#)[English](#)[Passer à](#) [Menu principal](#)[Information d'affaires par secteur](#)[Industries de la santé](#)**Recherche dans Strategis**

Auteur - Industrie Canada - Direction générale des sciences de la vie - Industries de la santé

Date de diffusion - 1999-08-03

GT 1 - Rapport final du groupe de travail

Partie 5 : CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Un certain nombre de facteurs suggérant une augmentation de la demande en techniques d'imagerie ont été décrits dans le présent document. Parmi ceux-ci, on compte la démographie, l'évolution technologique et, bien sûr, les changements dans la nature de la pratique médicale. Les hôpitaux et les cliniques du Canada entrent dans le XXI^e siècle munis d'équipement désuet et insuffisant. Ce handicap, à moins qu'il ne soit corrigé, constitue un déficit caché qui sera transmis aux générations futures.

La technologie d'imagerie médicale a un énorme potentiel de contribution à l'amélioration des soins de santé au cours du siècle qui commence et aura également, très certainement, le potentiel de résoudre certaines contraintes financières auxquelles font face les soins de santé. Malgré cela, d'importantes lacunes d'intégration des technologies d'imagerie et d'autres technologies dans le système de santé pourraient entraver non seulement la prestation des soins, mais également notre capacité en tant que pays de bénéficier des innovations industrielles dans ce domaine.

Pour régler ces problèmes, le groupe de travail sur les « besoins futurs en imagerie dans les soins de santé » propose les recommandations suivantes :

1. **L'industrie canadienne doit être consciente des débouchés possibles en analyse, transmission et stockage d'images médicales. Ces débouchés dépendront de plus en plus de technologies (i.e. compression d'images, technologie de transmission à large bande, etc.) autres que celles qui sont utilisées principalement pour la génération d'images.**
2. **La société et les personnes chargées d'établir les politiques en matière de soins de santé doivent se rendre compte de la nécessité de planifier une augmentation de la capacité d'imagerie dans l'avenir. Il est impératif de compenser pour les années de sous-financement des investissements en capital et des infrastructures des hôpitaux et des cliniques du Canada afin de résoudre le problème de pénurie de main-d'œuvre en radiologie. Il est nécessaire d'élaborer des stratégies visant à garder et à rapatrier les radiologistes canadiens.**
3. **Il faut doter le système de soins de santé d'outils budgétaires et de systèmes financiers**

qui permettront et faciliteront l'intégration des innovations technologiques rentables. Le financement des soins de santé, y compris l'amortissement des coûts d'investissement, doit être stable, prévisible et indépendant des incertitudes politiques.

Les partisans de la technologie dans les soins de santé risquent de sembler ne pas tenir compte de la nature bienveillante et compatissante de la médecine en tant qu'entreprise essentiellement à caractère humain. La technologie est un aspect nécessaire, mais non suffisant de la pratique médicale; il incombe aux intervenants de tous les niveaux de s'assurer que les appareils contribuent positivement aux soins de santé sans toutefois les déshumaniser. Afin de profiter du potentiel énorme de la radiologie et des techniques connexes pour contribuer aux soins de santé au XXI^e siècle, il est important de comprendre tant les promesses que les limites de la technologie. Cependant, l'excellence dans les diagnostics et les traitements est, finalement, un facteur important de la prodigation de soins avec compassion.

[Retour à la PAGE PRINCIPALE](#)

[Aide](#) [Quoi de neuf](#) [Carte du site](#) [Opinion](#) [Contexte](#) [English](#) [Haut de la page](#)

Canada

<http://strategis.ic.gc.ca>



Technologie de l'imagerie médicale

Strategis

[Aide](#)[Quoi de neuf](#)[Carte du site](#)[Opinion](#)[Contexte](#)[English](#)[Passer à](#) [⇒ Menu principal](#)[⇒ Information d'affaires par secteur](#)[⇒ Industries de la santé](#)[Recherche dans Strategis](#)

Auteur - Industrie Canada - Direction générale des sciences de la vie - Industries de la santé

Date de diffusion - 1999-08-03

GT 1 - Rapport final du groupe de travail

Références

1. Röntgen WC, « On a new kind of rays » (traduction anglaise), dans *Nature*, vol. 53, 1896, p. 274-276.
2. Eisenberg RL, *Radiology: An Illustrated History*, St Louis, Mosby, 1992.
3. Hangiandreou NJ, Young JWR, Morin RL (éd), *Electronic Radiology Practice - Mechanical and Practical*, Chicago, Radiological Society of North America, 1999.
4. Division des publications des Nations Unis, Département des affaires économiques et sociales, *World Population 1998*, United Nations, 1999.
5. Canadian Institute for Health Information, « Provincial Government Hospital Expenditure by Age and Gender, by Province/Territory and Canada 1997 », dans *National Health Expenditures Data 1997*.
6. Foot, David K, Stoffman, Daniel. *Boom Bust & Echo: How to Profit from the Coming Demographic Shift*. Chapter 9: *The Health Care Crunch*. Macfarlane Walter & Ross, mai 1996.
7. Hoyert DL, Kochanek KD, Murphy SL, « Deaths: Final Data for 1997 », dans *National Vital Statistics Reports*, vol. 47, n° 19, 30 juin 1999, p. 1-105.
8. Rees M, « Cardiac imaging: present status and future trends », dans *Journal of Radiology*, vol. 70, 1997, p. 162-167.
9. Wielopolski PA, va Guens RJ, de Feyter PJ, Oudkerk M, « Coronary arteries », dans *European Radiology*, vol. 201, 1998, p. 798-802.
10. Bogousslavsky J. On the attack. *Odyssey* 1997; 3: 2-7.
11. Lewin JS, Connell CF, Duerk JL, Chung Y-C, Clampitt ME, Spisak J, Gazelle GS, Haaga JR,

- « Interactive MRI-guided radiofrequency interstitial thermal ablation of abdominal tumors: Clinical trial for evaluation of safety and feasibility », dans *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, vol. 8, n° 1, 1999, p. 40-47.
12. Ranney DF, « Biomimetic transport and rational drug delivery », dans *Biochem Pharmacol*, vol. 59, n° 2, 2000, p. 105-114.
 13. Maisey MN, Dakin M, « The first five years of a dedicated clinical PET centre », dans *Clinical Positron Imaging*, vol. 1, 1998, p. 59-69.
 14. Sackett DL, Haynes RB, Guyatt GH, Tugwell P, *Clinical Epidemiology: A Basic Science for Clinical Medicine*, Boston, Little Brown and Co., 1991, 2nd éd., 168 p.
 15. Kaneko M, Eguchi K, Ohmatsu H, Kakinuma R, Naruke T, Suemasu K, Moriyama N, « Peripheral lung cancer: screening and detection with low-dose spiral CT versus radiography », dans *Radiology*, vol. 201, 1996, p. 798-802.
 16. Johnson CD, Hara AK, Reed JE, « Computed tomography colonography: a new method for detecting colorectal neoplasms », dans *Endoscopy*, vol. 29, 1997, p. 454-461.
 17. Turnberg L. cité par Smith R, dans *Odyssey*, vol. 3, 1997, p. 16-18.
 18. Decter, Michael, « A Plan to End the Hospital Crisis », dans *Macleans*, Roger's Media, vol. 113, n° 3, 17 janvier 2000, p. 28-29.
 19. Harriman D, McArthur W, Zelder M, *The Availability of Medical Technology in Canada: An International Comparative Study*, Vancouver, A Fraser Institute Occasional Paper, 1999.
 20. Rankin RN, « Magnetic resonance imaging in Canada: dissemination and funding », dans *Canadian Association of Radiology Journal*, vol. 50, 1999, p. 89-92.
 21. Muha L, « Pillars of Strength », dans *Odyssey*, vol. 3, 1997, p. 2-4.
 22. Binkhuysen FHB, Puylaert CBAJ, « Influence of CT on radiologic utilization in the Netherlands », dans *Radiology*, vol. 169, 1998, p. 827-829.
 23. Rao PM, Rhea JT, Novelline RA, Mostafavi AA, McCabe CJ, « Effect of computed tomography of the appendix on treatment of patients and use of hospital resources » dans *New England Journal of Medicine*, vol. 338, 1998, p. 141-146.
 24. Campbell DR, « CAR National Survey: Manpower for Radiology », *Non publié*, 1998.
 25. Hoh CK, Glaspy J, Rosen P, *et coll.* « Whole body FDG-PET imaging for staging of Hodgkin's disease and lymphoma », dans *Journal of Nuclear Medicine*, vol. 38, 1997, p. 343-348.
 26. Baccarani U, Terrosu G, Donini A, Risaliti A, Bresadola F, « Future of minimally invasive surgery [letter] », dans *Lancet*, vol. 354, n° 9177, 7 août 1999, p. 513.

27. Rattner DW, « Future directions in innovative minimally invasive surgery », dans *Lancet*, vol. 353, suppl. 1, 1999, p. S112-5.
28. Rattner DW, « Beyond the laparoscope: minimally invasive surgery in the new millennium », dans *Surgery*, vol. 125, n° 1, 1999, p. 19-22.
29. Dewanjee MK, Ghafouripour AK, Kapadvanjwala M, Dewanjee S, Serafini AN, Lopez DM, Sfakianakis GN, « Noninvasive imaging of *c-myc* oncogene messenger RNA with indium-111-antisense probes in a mammary tumor-bearing mouse model », dans *Journal of Nuclear Medicine*, vol. 35, 1994, p. 1054-1063.
30. Lentle BC, Aldrich JA, « Radiological sciences, past and present », dans *Lancet*, vol. 350, 1997, p. 280-285.
31. Hunt DL, Haynes RB, Hanna SE, Smith K, « Effects of computer-based clinical decision support systems on physician performance and patient outcomes: A systematic Review », dans *Journal of the American Medical Association*, vol. 280, 1998, p. 1339-1346.
32. *OECD Health Data 1998*, Paris, OECD, 1998.
33. Gould SWT, Darzi A. 1997. "The interventional magnetic resonance unit - the minimal access operating theatre of the future." *Brit J Radiol*; 70: S89-S97.
34. Rizzatto G, « Ultrasound transducers », dans *European Journal of Radiology*, vol. 27, suppl. 2, 1998, p. S188-95.
35. Butler WE, Piaggio CM, Constantinou C, Niklason L, Gonzalez RG, Cosgrove GR, Zervas NT, « A mobile computed tomographic scanner with intraoperative and intensive care unit applications », dans *Neurosurgery*, vol. 42, 1998, p. 1304-1310.
36. Fox SH, Tannenbaum LN, Ackelsberg S, He HD, Hsieh J, Hu H, « Future directions in CT technology », dans *Neuroimaging Clinics of North America*, vol. 8, n° 3, 1998, p. 497-513.
37. Bick U, Lenzen H, « PACS: the silent revolution », dans *European Radiology*, vol. 9, n° 6, 1999, p. 1152-60.
38. Phelps ME, Coleman RE, « Nuclear medicine in the new millennium », dans *Journal of Nuclear Medicine*, vol. 41, 2000, p. 1-4.
39. Alfano RR, Demos SG, Galland P, Gayen SK, Guo Y, Ho PP, Liang X, Liu F, Wang L, Wang QZ, Wang WB, « Time-resolved and nonlinear optical imaging for medical applications », dans *Annals of the New York Academy of Science*, vol. 838, 1998, p. 14-28.
40. Jolesco FA, « Interventional and intraoperative MRI: A general overview of the field », *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, vol. 8, n° 1, 1998, p. 3-7.

Canada
<http://strategis.ic.gc.ca>



Technologie de l'imagerie médicale

Strategis

[Aide](#)[Quoi de neuf](#)[Carte du site](#)[Opinion](#)[Contexte](#)[English](#)[Passer à](#) [⇒ Menu principal](#)[⇒ Information d'affaires par secteur](#)[⇒ Industries de la santé](#)[Recherche dans Strategis](#)

Auteur - Industrie Canada - Direction générale des sciences de la vie - Industries de la santé

Date de diffusion - 2000-06-09

GT 1 - Rapport final du groupe de travail

ANNEXES

- ▶ [A : Le comité directeur de la carte routière technologique de l'imagerie médicale](#)
- ▶ [B : Liste des membres du Groupe de Travail 1](#)
- ▶ [C : Principales causes de décès aux É-U, en 1997](#)
- ▶ [D : Principales causes de décès aux É-U, par groupe d'âges](#)
- ▶ [E : Calcul des investissements nécessaires en équipement de diagnostic de pointe au Canada](#)
- ▶ [F : Biens d'équipement dans huit établissements canadiens, année financière 1997 - 1998](#)

ANNEXE A

COMITÉ DIRECTEUR DE LA CARTE ROUTIÈRE DE L'IMAGERIE MÉDICALE

Président :

Dr Aaron Fenster
Directeur, Laboratoires de recherche sur l'imagerie
The John P. Robarts Research Institute
London, Ontario
Courriel : afenster@irus.rrri.on.ca

Membres :

Dr Brian C. Lentle
Professeur émérite et ancien directeur
Dept. of Radiology
Vancouver General Hospital
Vancouver, Colombie-Britannique
Courriel : blentle@unixg.ubc.ca

M. Bill Dobson
Conseiller en technologie industrielle
Programme d'aide à la recherche
industrielle (PARI)
Toronto, Ontario
Courriel : bill.dobson@nrc.ca

Dr Robert Ferguson
Chef, département de radiologie
Kingston General Hospital
Kingston, Ontario
Courriel : fergusor@kgh.kari.net

M. Doug Morrison
Gestionnaire supérieur
Deloitte & Touche LLP, Management
Solutions
Toronto, Ontario
Courriel : doug.morrison@bmts.com

Dr Douglas Mowbray
(Association canadienne des
radiologistes)
Radiologiste, Divers hôpitaux ruraux
Lucknow, Ontario
Courriel : dmowbray@hurontel.on.ca

M. Bruce Davey
Directeur, Ingénierie
Groupe des produits chirurgicaux
Cedara Software
Mississauga, Ontario
Courriel : bruce.davey@cedara.com

Dr Michael Barry
Département d'imagerie diagnostique
Installation de l'hôpital régional de Saint John
Saint John, Nouveau-Brunswick
Courriel : drmiikebarry@health.nb.ca

M. Fred Doern
nir-vivo inc.
c/o CRNC - Institut du biodiagnostique
Winnipeg, Manitoba
Courriel : doern@nir-vivo.com

M. Len Grenier
V.P. Engineering & Chief Technology Officer
A.L.I. Technologies Inc.
Richmond, British Columbia
Courriel : len@alitech.com

Dr Louis Renaud
Vice-Président, Recherche et développement
Electromed International Ltd.
Saint-Eustache, Québec
Courriel : louis.renaud@electromed.ca

M. Bill Brodie
(Association canadienne des technologues en
radiologie médicale)
Gestionnaire, Imagerie médicale
Institut et Hôpital Neurologiques de Montréal
Montréal, Québec
Courriel : william.brodie@muhc.mcgill.ca

M. Jim Herrewynen
Gestionnaire en chef
Mitra Imaging Inc.
Waterloo, Ontario
Courriel : Eric@mitra.com

Dr John Rowlands
Professeur, University of Toronto
Département de la biophysique médical
Scientifique supérieur, Sunnybrook &
Women's College Health Sciences Centre
Toronto, Ontario
Courriel :
rowlands@srcl.sunnybrook.on.ca

ANNEXE B**Liste des membres du groupe de travail 1****Codirecteurs :**

Dr Brian C. Lentle
Professeur émérite et ancien directeur
Dept. of Radiology
Vancouver General Hospital
Vancouver, Colombie-Britannique
Courriel : blentle@unixg.ubc.ca

Dr Walter Kucharczyk
Professeur et chef
Dept. of Medical Imaging
University of Toronto
Toronto, Ontario
Courriel : w.kucharczyk@utoronto.ca

Dr Michael Bronskill,
Directeur, Imaging Research
Sunnybrook & Women's College Health
Sciences Centre
Toronto, Ontario
Courriel :
mjb@srcl.sunnybrook.utoronto.ca

Secrétaire :

Diane Law
Direction générale des sciences de la vie
Industrie Canada
235 Queen Street
Ottawa, Ontario K1A 0H5
Courriel : law.diane@ic.gc.ca

Membres :

Dr David Fraser
Ancien président, RSNA
Ancien chef, Diagnostic Imaging Dept.
QEII Health Sciences Centre
Halifax, Nouvelle-Écosse
Courriel : fraser@rsna.org

M. Bill Brodie
(Association canadienne des techniciens en
radiation médicale)
Chef, Imagerie médicale
Institut et hôpital neurologiques de Montréal
Montréal, Québec
Courriel : brodie@johnabbott.qc.ca or
william.brodie@muhc.mcgill.ca

M. Joe Sardi
General Electric Medical Systems
Mississauga, Ontario
Courriel : joe.sardi@med.ge.com

Dr Jill M. Sanders
Présidente
Office canadien de coordination de l'évaluation
des technologies de la santé (OCCETS)
Ottawa, Ontario
Courriel : jills@ccohta.ca

Dr Patrice Bret
Professeur, University of Toronto
Radiologiste en chef
Medical Imaging Department
Mount Sinai Hospital & University
Health Network
Toronto, Ontario
Courriel : pbret@torhosp.toronto.on.ca

Dr Pierre Bourgouin
Professeur de radiologie
Université de Montréal
Chef D'associé, Département de radiologie
Centre medical de l'Université de Montréal
Montréal, Québec
Courriel : bourgou@attglobal.net

ANNEXE C

Principales causes de décès aux É-U, en 1997

Cliquez ici pour voir une version de cette annexe avec
des graphiques correspondant aux statistiques

Nombre de décès par groupe de 100 000

Cause du décès	Tous	Hommes	Femmes
Maladies cardiaques	130,5	173,1	95,4
Tumeurs malignes	125,6	150,4	107,3
Blessures involontaires	30,1	42,9	17,8
Maladies vasculaires cérébrales	25,9	27,9	24,2
Bronchopneumopathie chronique obstructive	21,1	26,6	17,7
Diabète sucré	13,5	14,8	12,4
Pneumonie et grippe	12,9	16,2	10,5
Suicide	10,6	17,4	4,1

Homicides et interventions permises par la loi	8,0	12,5	3,3
Maladies chroniques du foie et cirrhose	7,4	10,5	4,5
Infection au VIH	5,8	9,1	2,6

Source : U.S. Center for Disease Control

Nombre total de décès

Cause du décès	Tous	Hommes	Femmes
Maladies cardiaques	727 334	356 958	370 376
Tumeurs malignes	539 577	281 110	258 467
Maladies vasculaires cérébrales	159 791	62 564	97 227
Bronchopneumopathie chronique obstructive	100 929	55 984	53 045
Blessures involontaires	95 644	61 693	33 681
Pneumonie et grippe	86 449	39 284	47 165
Diabète sucré	62 636	28 187	34 449
Suicide	30 535	24 492	6 043
Maladies chroniques du foie et cirrhose	25 175	16 260	8 195
Homicides et interventions permises par la loi	0	0	0
Infection au VIH	0	0	0

Source : U.S. Center for Disease Control

ANNEXE D**Principales causes de décès aux É-U, par groupe d'âges****Jusqu'à un an**

1. Anomalie congénitale
2. Trouble dû à une naissance prématurée ou à un poids insuffisant à la naissance
3. Syndrome de la mort subite du nourrisson
4. Syndrome de détresse respiratoire
5. Complication durant la grossesse chez la mère
6. Complication au niveau du placenta, du cordon ombilical ou des membranes
7. Infection propre à la périnatalité
8. Blessure involontaire
9. Hypoxie intra-utérine et asphyxie des nouveaux-nés
10. Pneumonie et grippe

1 à 4 ans

1. Blessure involontaire
2. Anomalie congénitale
3. Tumeur maligne
4. Homicide et intervention permise par la loi
5. Maladie cardiaque
6. Pneumonie et grippe
7. Certains troubles survenant pendant la périnatalité
8. Septicémie
9. Tumeur bénigne
10. Maladie vasculaire cérébrale

5 à 14 ans

1. Blessure involontaire
2. Tumeur maligne
3. Homicide et intervention permise par la loi
4. Anomalie congénitale
5. Maladie cardiaque
6. Suicide
7. Pneumonie et grippe
8. Bronchopneumopathie chronique obstructive
9. Infection au virus de l'immunodéficience humaine
10. Tumeur bénigne
11. Maladie vasculaire cérébrale

15 à 24 ans

1. Blessure involontaire
2. Homicide et intervention permise par la loi
3. Suicide
4. Tumeur maligne
5. Maladie cardiaque
6. Anomalie congénitale
7. Infection au virus de l'immunodéficience humaine
8. Pneumonie et grippe
9. Bronchopneumopathie chronique obstructive
10. Maladie vasculaire cérébrale

25 à 44 ans

1. Blessure involontaire
2. Tumeur maligne
3. Maladie cardiaque
4. Suicide
5. Infection au virus de l'immunodéficience humaine
6. Homicide et intervention permise par la loi

7. Maladie chronique du foie et cirrhose
8. Maladie vasculaire cérébrale
9. Diabète sucré
10. Pneumonie et grippe

45 à 64 ans

1. Tumeur maligne
2. Maladie cardiaque
3. Blessure involontaire
4. Maladie vasculaire cérébrale
5. Bronchopneumopathie chronique obstructive
6. Diabète sucré
7. Maladie chronique du foie et cirrhose
8. Suicide
9. Pneumonie et grippe
10. Infection au virus de l'immunodéficience humaine

65 ans et plus

1. Maladie cardiaque
2. Tumeur maligne
3. Maladie vasculaire cérébrale
4. Bronchopneumopathie chronique obstructive
5. Pneumonie et grippe
6. Diabète sucré
7. Blessure involontaire
8. Maladie d'Alzheimer
9. Néphrite, syndrome néphrotique (ou néphrose)
10. Septicémie

ANNEXE E**Calcul des investissements nécessaires en équipement de diagnostic de pointe au Canada**

	TAO	IRM	Lithotripteur	Équipement de radiothérapie	TÉP	TOTAL
Nombre moyen d'unités par population M pour les pays avec un PIB per capita élevé (Note 1)	15,7	4,7	1,6	7,6		
Nombre additionnel d'unités nécessaires par population M pour que le Canada dépasse la moyenne (Note 2)	7,6	3,0	1,1	0,8		

Nombre net d'unités nécessaires à ajouter pour que le Canada dépasse la moyenne	232	91	33	24 (Note 3)	10 (Note 4)	
Coût moyen* d'investissement par appareil	1,00	2,50	1,40	1,80	1,90	
Coût moyen d'implantation par appareil	0,35	2,00	0,25	0,50	0,50	
Coût total d'investissement et d'implantation nécessaire pour que le Canada dépasse la moyenne	313,2	409,5	54,5	55,2	24,0	856,4
Facteur de pondération de 85 % (Note 5)						151,1
Coût total d'investissement nécessaire pour que le Canada dépasse la moyenne						1007,5
Coût annuel moyen d'exploitation par unité d'équipement	0,50	1,20	0,24	0,25	0,50	
Coût total moyen d'exploitation nécessaire pour que le Canada dépasse la moyenne	116,0	109,2	7,9	6,0	5,0	244,1

* Tous les coûts et les investissements sont en millions de dollars
Association canadienne des radiologistes

Source :

Note 1 : Un PIB per capita élevé est défini comme étant = ou > 20 000 \$US de PPA (Pouvoirs de parité d'achat)

Note 2 : En 1998, la population du Canada était de 30,6 millions (Statistiques Canada).

Note 3 : En 1997, le Canada avait 47 appareils au cobalt 60, 112 accélérateurs linéaires et 52 appareils de curiethérapie. Les appareils au cobalt 60 sont remplacés graduellement par des accélérateurs linéaires à faible énergie. De plus, le Canada possède relativement peu d'accélérateurs linéaires à haute énergie; les 24 appareils supplémentaires seraient donc des accélérateurs à haute énergie.

Note 4 : Des 2 000 appareils de TEP dans le monde en 1998, l'Europe en possède 40 %; les É.-U., 40 % et le Canada, 3 % (principalement utilisés en recherche). Selon la population et le taux de croissance de l'utilisation de la TEP, le Canada aurait besoin de 10 autres appareils pour être équivalent à l'Europe.

Note 5 : L'équipement technologique de radiologie représente environ 85 % des coûts d'investissement en technologie de radiologie. Ce facteur (1/0,85), ou augmentation de 17,65 %, a donc été appliqué aux coûts d'investissement totaux nécessaires.

ANNEXE E

Biens d'équipement dans huit établissements canadiens, année financière 1997 - 1998

	ÉTABLISSEMENTS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
APPAREIL Âge moyen (nombre)								
TAO*	7 (4)	6 (8)	3 (2)	3 (2)	4 (5)	3 (2)	5 (3)	3 (3)
IRM*	3 (2)	6 (4)	1 (2)	6 (1)	6 (2)	5 (1)	5 (1)	3 (3)
Échographie	7 (7)	3 (39)	6 (16)	6 (10)	5 (19)	6 (7)	11 (13)	9 (16)
Caméras à rayonnement gamma	9 (9)	7 (18)	7 (5)	7 (6)	5 (4)	8 (3)	10 (9)	3 (14)
Appareils d'angiographie	6 (3)	5 (9)	4 (3)	5 (4)	7 (4)	10 (2)	12 (4)	5 (3)
Lithotripteurs	1 (1)	-	-	-	-	-	4 (1)	10 (1)
Appareils de RF	15 (24)	8 (26)	8 (11)	11 (13)	11 (13)	8 (9)	15 (28)	12 (16)
Appareils de fluoroscopie	6 (11)	5 (10)	10 (4)	9 (5)	9 (7)	9 (2)	14 (18)	11 (8)
CAPITAL en millions de \$CAN								
Stocks de biens d'équipement	28	60	23	22	30	15	30	33
Réinvestissement en capital	0.0	4.0	1.2	1.2	2.5	0.8	0.0	3.0
Pourcentage de réinvestissement	0%	7%	5%	6%	8%	5%	0%	9%

*âge depuis la dernière mise à jour importante

[Retour à la PAGE PRINCIPALE](#)
[Aide](#)
[Quoi de neuf](#)
[Carte du site](#)
[Opinion](#)
[Contexte](#)
[English](#)
[Haut de la page](#)

Canada
<http://strategis.ic.gc.ca>



Technologie de l'imagerie médicale

Strategis

[Aide](#)[Quoi de neuf](#)[Carte du site](#)[Opinion](#)[Contexte](#)[English](#)[Passer à](#) [Menu principal](#)[⇒ Information d'affaires par secteur](#)[⇒ Industries de la santé](#)[Recherche dans Strategis](#)

Auteur - Industrie Canada- Direction Générale des sciences de la vie-Industries de la santé

Date de diffusion - 2000-05-31

GT 1 - Rapport final du groupe de travail

Pour obtenir des renseignements supplémentaires sur la carte routière technologique de l'imagerie médicale, s'adresser à :

Diane Law
Animatrice du projet
Direction générale des sciences de la vie
Industrie Canada
235, rue Queen
Ottawa, Ontario, K1A 0H5

Téléphone : (613) 954-2779
Télécopieur : (613) 952-5822

© Comité directeur de la carte routière technologique de l'imagerie médicale

Publié et distribué par Industrie Canada pour le comité directeur de la carte routière technologique de l'imagerie médicale. Les opinions qui sont exprimées dans ce document sont celles des auteurs et non du Gouvernement du Canada.

N.B. Dans cette publication, la forme masculine désigne tant les femmes que les hommes.

N° de catalogue : C21-30/1-2000F
ISBN : 0-662-84776-8

[Aide](#)[Quoi de neuf](#)[Carte du site](#)[Opinion](#)[Contexte](#)[English](#)[Haut de la page](#)<http://strategis.ic.gc.ca>